

인공지능 객체검출모델 기반 집-나무-사람(HTP) 그림검사의 형식적 해석 연구¹⁾

이 은 정²⁾

황 세 진³⁾

대구한의대학교

집-나무-사람(House-Tree- Person)그림검사는 오늘날의 대표적인 투사그림검사이지만, 표준화된 해석기준이 없고 평가 과정에서 평가자의 주관 개입성이 높아 신뢰도가 낮게 나타나는 문제점이 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 인공지능 객체검출모델을 기반으로 HTP 검사 결과에서 집, 나무, 사람 객체를 구분하고, 형식적 해석에 사용되는 위치와 크기 값을 받아 유의미한 해석을 내보내는 인공지능 시스템인 HTP 객체검출모델(HTP Object Detection Model)을 제안한다. 연구를 위해 2022년 9~10월 동안 집 98장, 나무 98장, 사람 196장의 이미지 데이터를 수집하였고, 시스템을 기계학습하였다. 정확도(Accuracy)가 90%, 정밀도와 재현율의 조화평균(F1-Score)이 95%인 높은 정확도의 모델이 개발되었으며, 모델은 객체의 위치와 크기 정보를 계산하여, 일치하는 값의 형식적 해석을 최종적으로 내보낸다. 이후 미술치료 전문가가 모델에 HTP 검사 이미지를 입력하였을 때 나온 형식적 해석 결과를 보고 해당 모델의 타당도를 측정하였다. 평균 타당도는 79%로 나타났다. 추후 다양한 학습 데이터를 추가하여 모델의 정확도를 높이고 더욱 세분된 해석을 추가한다면, 미술치료사들의 투사적 검사 신뢰도를 보완하는 HTP 검사의 형식적 해석 모델이 개발될 것으로 기대된다. 이러한 연구결과를 바탕으로 본 연구의 의의와 제한점에 대하여 논의하였다.

주요어 : 인공지능, 객체검출모델, HTP 그림검사, 형식적 해석

1) 본 논문은 이은정(2023)의 대구한의대학교 석사학위논문을 수정·보완한 것임.

2) 이은정 / 대구한의대학교 보건학 임상미술치료 석사

3) 교신저자(Corresponding Author) : 황세진 / 대구한의대학교 심리치료학부 교수 / 경상북도 경산시 /

E-mail : dada@dhu.ac.kr

I. 서론

심리검사는 오늘날 개인의 종합적인 정보를 알아내는 과정의 한 부분으로, 개인의 지능, 학력, 적성, 성격, 흥미, 가치관 등과 같은 심리적 속성을 체계적이고 수량적으로 측정하는 방법이다(김연아, 2003). 심리검사 실시로 시작되는 심리치료에서 내담자는 성인이나 아동 모두 새로운 환경에 대한 불안으로 인하여 위축되거나 회피하는 모습을 보이며, 자신의 정서나 감정을 원활하게 표현하기에 어려움을 호소하기도 한다(백원대, 2019). 투사적 검사는 검사 시 비교적 모호한 자극에 대해 자신의 반응이 갖는 의미를 인지하지 못해 의식적인 통제를 덜 하게 되고 자유롭게 표현할 수 있다(박현주, 서명옥, 2014). 때문에 평소에는 의식화되지 않던 사고나 감정이 자극됨으로써 무의식적인 심리적 특성이 반응될 수 있다(최정윤, 2002). 이러한 특징으로 내담자들과의 원활한 상담을 돕고 개인의 다양한 반응을 도출시키기 위해 투사검사를 사용한다. 미술을 통해 사람들과 그 가족들을 평가하는 것은 감별진단, 가족의 정신역동 이해, 약물치료결과 평가, 또는 위험 행동의 예측과 같은 다양한 영역에서 많은 기여를 하며(강차연, 2006), 미술치료에서는 앞서 언급했던 투사검사의 장점들과 심리진단을 위해 투사그림검사를 많이 활용하고 있다.

미술치료 현장뿐만 아닌 상담, 교육 현장에서도 사용되고 있는 집-나무-사람 검사(House-Tree-Person, 이하 HTP)는 개인의 심리와 무의식을 알아볼 수 있는 대표적인 그림검사로 알려져 있다(정영인, 2021). HTP 검사는 투사그림검사의 하나로 1948년 Buck에 의해 양적 분석에 의한 지능검사 도구로 처음 소개되었으나 이후 HTP 검사의 각 세부 사항이 갖는 해석적 의미에 관한 연구들이 이루어지면서 질적 분석에 의한 성격 측정 도구로서의 효용성이 더욱 주목받

게 되었다(최성희, 2005). HTP 검사를 해석할 때는 그림이 주는 세 가지 접근법을 종합하여 해석해야 한다. 첫 번째, 전체적 분석을 통해 그림의 전체적인 인상이 어떤지, 조화가 이루어져 있는지, 구조는 잘 되어 있는지, 눈에 띄는 이상한 곳은 없는가에 주목하여 어떤 모양을 그렸는지 살펴본다. 두 번째로 그림을 그려 나가는 순서, 그려진 위치, 크기, 연필의 힘, 대칭성, 지우기, 선의 성질을 통해 형식적 분석을 시행한다. 세 번째로 사후 질문을 진행하며, 피검자가 질문에 따라 연상하는 것을 묻고 그림을 특징을 찾아 나가는 내용적 분석을 실시한다(안정애, 2003). HTP 검사가 유용한 만큼, 사전, 사후 검사로 활용하여 연구 대상의 변화를 측정하는 연구도 쉽게 찾아볼 수 있다. 하지만 검사 도구로 활용하는 경우 연구마다 HTP 검사의 평가 기준을 다르게 적용하고 있어, 객관적인 평가로 활용하기 힘든 점이 있다(박희진, 2011). 인상적 해석에선 치료사의 경험과 주관을 바탕으로 결과를 이끌어내지만 형식적 해석과 내용적 해석에선 지금까지의 선행연구로 인해 일정한 해석체계가 구축되었고 상징적인 해석기준이 있다고 볼 수 있다. 그럼에도 그림을 보고 형식적 해석에서 어떤 기준을 선택하는가, 내용에서 어떤 부분을 어떤 상징과 연결하는가 등의 치료사의 주관적인 해석의 여지가 남아있다. 이는 임상에서 HTP 검사를 사용할 때도 검사의 신뢰성을 낮추는 본질적인 원인이 되어 HTP 검사의 신뢰도에 관한 문제가 지속해서 제기되고 있다. 미술치료 과정은 철저하게 내담자 중심의 개별적인 과정이지만 내담자를 진단하기 위한 그림 검사는 다른 전문가들 간에 일관성 있는 해석이 필요한데, 일관성의 결여는 신뢰도를 저하하는 중요한 요인이기 때문이다(소현경, 서영훈, 2018). HTP 검사를 통해 내담자의 무의식은 그림으로 표현되고, 미술치료사는 그림에 나타난 상징적 의미를 해석하고 피상담자의 심리적

상태를 진단하여 이를 텍스트로 기록한다. 하지만 이 과정에서 치료사의 주관 및 경험에 따라 해석과 진단이 영향을 받을 수 있으며, 같은 환경이더라도 치료사에 따라 진단과 해석이 달라질 수 있다. 이는 미술치료 자체에 대한 일반인들의 신뢰도를 저하하는 요인이 된다(김태진, 김남규, 2019). 즉 HTP 검사는 전문가의 직관에 너무 많은 부분을 의존하고 있어서(안이환, 2012) 신뢰도가 떨어지는 문제를 가지고 있고, 따라서 진단 검사로서의 객관성 확보의 필요성이 제기된다. 또한 투사적 검사는 표준화된 진단과 해석기준이 없어 백원대(2019)는 HTP 검사의 해석체계를 구축하고 타당성을 검증하고자 했다.

시대적 변화와 디지털 기술의 발전에 따라 일상에도 큰 변화가 일어나듯 미술치료 분야에서도 디지털 기술 사용에 대한 논의가 이루어지고 있다(소현경, 서영훈, 2018), 하지만 미술치료는 몇몇 연구자들에 의해 컴퓨터를 미술치료에 활용하는 시도는 있으나 다른 심리치료 분야와 비교하였을 때 다소 시기가 늦고 관심이 저조한 편이다(Malchiodi, 2000). 내담자의 욕구를 파악하여 민감하게 대처해야 하는 미술치료사로서 디지털기술의 활용은 심리적 어려움과 함께 유연한 대처를 요구하는 것이기도 하다(김지은, 공마리아, 김택호, 황세진, 2021). 전자정신건강서비스의 연구자들은 컴퓨터 공학적 접근을 제시하였는데, 미술치료 장면에서 컴퓨터 공학은 미술치료의 기법보다는 그림검사 도구의 개발 및 평가와 관련하여 지금까지 문제점으로 제시된 다양한 영역을 한꺼번에 해결하는 매우 획기적인 변화를 낳을 것으로 전망했다(안이환, 2012). 이와 더불어 미술치료의 신뢰도를 향상하기 위해, 미술치료의 일부 과정을 인공지능에 기반을 두어 자동화함으로써 미술치료의 지속성과 효율성을 제고(김태진, 김남규, 2019)하는 시도들이 있었다. 박정현, 신승호, 김재엽, 박기현, 이승준,

전민구 등(2019)과 임지연, 이성옥, 김경표와 유용균(2021)은 Mobilenet SSD과 Faster R-CNN 객체검출모델을 이용하여 그림검사를 인식하고 분석하도록 하였으나 객체 탐지의 정확도가 비교적 낮았다. 객체검출모델이 그림에 그려진 것이 아닌 다른 객체를 인식하거나 그림에 존재하는 객체를 찾지 못한다면 전혀 다른 해석을 가져오게 되므로 이러한 비율이 늘어난다면 현장에서 사용하기에 어려움이 있다. 따라서 본 연구는 미술치료사가 임상현장에서 판단하는 내담자 심리진단의 주관적 오류를 낮추고 HTP 검사의 객관성을 확보하기 위하여 높은 정확도의 디지털기술을 활용하고자 한다. 이는 전자정신건강서비스 연구가 제한적인 상황에서 컴퓨터공학을 활용한 그림검사 진단시스템 개발로 미술치료와 상담, 교육현장에서 예방적 차원으로 인공지능이 활용될 수 있는 계기가 될 것으로 판단된다. 또한 인공지능 기술을 도입한 심리진단 체계가 한정된 치료시간을 효율적으로 사용할 수 있도록 하며 미술치료사에게 내담자 욕구 파악에 있어 유연한 대처가 가능하도록 돕기 위함이다.

본 연구는 HTP 검사 해석과정에서 컴퓨터 공학을 활용한 객관적인 절차를 추가함으로써 인공지능 객체검출모델 기반 HTP 검사의 형식적 해석 연구를 목적으로 하며 연구문제는 다음과 같다. 첫째, HTP 검사의 집, 나무, 사람에 대한 객체검출모델 개발은 어떠한가? 둘째, 객체검출모델 기반 HTP 검사의 형식적 해석 중 크기와 위치 처리에 대한 기준 체계는 어떠한가? 셋째, 객체검출모델 기반 HTP 검사의 형식적 해석 모델의 타당도는 어떠한가?

II. 연구 방법

객체검출모델

기존의 컴퓨터 비전(Computer Vision)은 이

미지를 분석하여 객체를 인식하고 구별한다. 이중 디지털카메라를 이용하여 사물을 촬영한 결과물에서 사람, 동물, 사물과 같은 특정 Class에 대한 객체를 검출하는 Object Detection은 이미지 내 찾고자 하는 객체를 박스(Box)로 영역 표시하여 객체가 어디에 있는지 위치를 알려주고 그 객체가 무엇인지 파악하기 위해 후보 Class를 매칭하여 알려주는 방법이다(이태영, 2021). 기존의 객체검출은 엔지니어에 분석에만 의존적이었지만 인공지능 기법에서 기계학습(Machine Learning) 중 딥러닝은 대량의 데이터를 기반으로 인공 신경망 등을 통해 데이터의 규칙을 자동으로 학습하고 추출한다(신현철, 2020). 이러한 인공 신경망을 깊게 쌓아 지속적인 학습을 통해 스스로 규칙을 형성하는 딥러닝(Deep Learning) 기반의 객체검출(Object Detection)이 기존의 방법보다 좋은 결과를 보여 많은 연구가 수행되고 있다.

위에서 설명했듯이 딥러닝 기반 객체검출 또한 이미지에서 객체가 어디에 위치하는지 판단하는 Localization과 그 객체가 무엇인지 결정하는 Classification을 수행하는데, 이를 진행하는 방식에서 위치 판단과 Class 구분을 동시에 진행하면 One-Stage Detector로, 순차적으로 진행하면 Two-Stage Detector로 구분한다. One-Stage Detector의 대표적인 예시로는 YOLO(Redmon et al., 2016)가 있으며 실시간 영상에도 적용할 수 있을 만큼 속도가 비교적 빠른 특징이 있다. HTP 검사의 해석에 활용되는 객체검출모델은 집-나무-사람이라는 다른 객체가 그려지는 여러 장의 그림들에서 어떠한 객체를 그렸는지 정확하게 구분해야 하면서도, 치료사의 한정된 근무 시간에 효율적인 해석체계로 활용되기 위해 빠른 검출 속도를 가져야 한다. 이러한 이유로 본 연구는 꾸준한 발전을 통해 검출 속도가 빠르면서도 Two-Stage Detector와 비교하여도 준수한 정확도를 보여주는 YOLO를 활

용에 학습을 진행하였다.

YOLO

YOLO(Redmon et al., 2016)는 You Only Look Once의 약자로 이미지를 보고 찾아야 할 객체의 위치와 그 객체가 어떤 사물인지 예측한 확률을 구하는 두 가지의 절차에 하나의 컨볼루션 네트워크(Convolutional Network)를 사용하기 때문에 이미지를 한 번만 보면 객체를 검출할 수 있다고 하여 지어졌다. YOLO는 다음과 같은 3가지의 장점을 가지고 있다. 첫 번째로 빠른 속도이다. YOLO는 기존의 복잡한 객체 인식 절차를 하나의 회귀 문제로 개선하여 객체 인식을 진행하기 때문에 빠른 버전의 YOLO(Fast YOLO)는 무려 1초에 150프레임을 처리한다. 이는 실시간 동영상에도 사용할 수 있게 한다. 두 번째는 배경에 대한 정확도이다. YOLO는 이미지 전체를 보기 때문에 객체뿐만 아니라 주변 정보까지 학습한다. 따라서 다른 객체검출모델에 비해 배경의 반점이나 노이즈를 물체로 인식하는 에러가 낮다. 마지막으로 객체에 대한 정확도이다. YOLO는 물체의 일반적인 부분을 학습하기 때문에 훈련 단계에서 보지 못한 새로운 이미지에 대해서도 좋은 검출 정확도를 보여준다. 이는 Redmon의 YOLO를 발표하였을 때의 논문에서 Pascal VOC 2007 Dataset에 대해 성능과 속도를 측정한 것을 보면 다른 모델(Fastest DPM, R-CNN Minus R)보다 높은 정확도를 보여주면서 더 빠른 속도로 측정된 것을 알 수 있다. 이러한 장점으로 YOLO는 객체검출모델로 여러 분야에서 활발히 사용되고 있다.

연구절차

본 논문은 그림 1과 같이 진행되었다. 먼저 학습에 사용할 학습데이터를 수집하고, 수집된

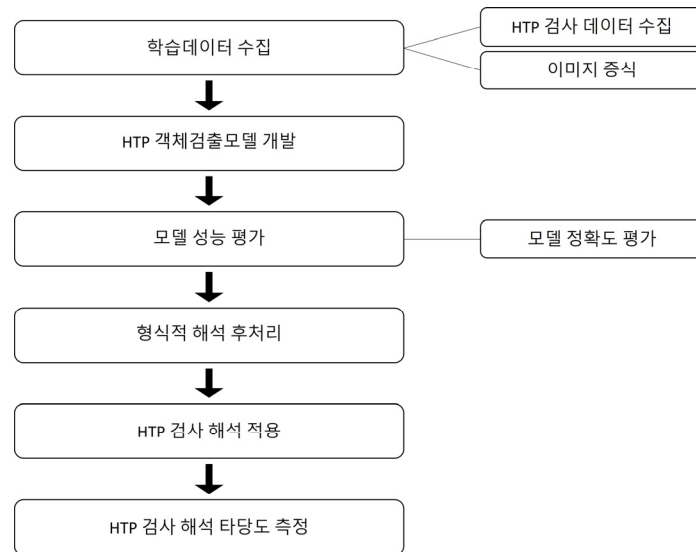


그림 1. 연구 절차

데이터를 일정한 기준에 맞춰 이미지 증식(Image Augmentation)을 진행한다. 증식한 데이터들을 포함하여 HTP 검사에서 집, 나무, 사람을 구분하는 HTP 객체검출모델을 개발하고 정확도를 측정해 모델의 성능을 향상시킨다. 완성된 모델이 내보내는 결과에 따라 객체의 크기와 위치를 특정해 이에 맞는 HTP 검사의 형식적 해석을 최종 반환하도록 후처리 체계를 구축하고 해석 결과의 타당도를 평가하며 연구를 끝낸다.

학습 데이터 수집

먼저 HTP 검사의 형식적 해석에서 필수적으로 필요한 집, 나무, 사람 객체검출을 위해 모델의 학습에 필요한 그림 데이터를 수집하였다. 데이터를 수집하기 위하여 2022년 9월 20일부터 10월 5일까지 소집과 협조가 용이한 대구·경북 소재의 대학교 재학생에게 학년별로 단체 HTP 검사를 실시하였다. 연구참여자 98명에게 집 1장, 나무 1장, 사람 2장(남자, 여자) 총 4장의 그림

을 받아 집, 나무 각 98장, 사람 196장의 데이터를 수집하였다. 이중 필압이 약하여 스캔하였을 때 연구자가 객체를 인식할 수 없는 집 그림 2장, 나무 그림 2장을 제외한 집, 나무 각 96장, 사람 196장의 데이터를 최종 학습 데이터로 사용하였다. 데이터는 별도의 그림 후의 질문(Post-Drawing - inquiry: PDI) 없이 그림 자료만을 수집하였으며 연구참여자에게 그림을 식별하여 별도의 해석을 하지 않는다는 점을 미리 공지하고 참여에 동의한다는 참여확인서를 받은 후 진행하였다.

수집된 그림 데이터에 'labelimg'라는 tool을 활용해 객체의 위치와 Class 분류 정답이 담긴 Label Text 파일을 생성하였다. 'labelimg'는 연구자가 객체의 정답 부분에 해당하는 정답 Box를 생성하고 Class를 선택하면 이를 YOLO 학습에 적용되는 형식으로 변환하여 파일을 저장한다. 'house', 'tree', 'draw_person'로 3가지의 Class를 생성하였고 사람은 남자, 여자를 구분하지 않고 모두 'draw_person'이라는 하나의 Class로 분류하였다. 정답 Box는 집, 나무, 사람

외에 장식품, 조경, 배경 등을 포함하지 않고 객체만을 포함하도록 그려졌다. 또한 여러 개의 객체가 그려진 경우에는 객체들이 붙어있으며 객체끼리의 크기가 비슷하다면 하나의 큰 객체로 인식하였고, 하나의 객체가 확연하게 크게 그려지고 모든 객체가 떨어져 별도의 객체로 구분된다면 크기가 크고 필압이 진한 하나의 주 객체를 선정하여 Box를 생성하였다.

이미지 증식(Image Augmentation)

대부분의 머신러닝 알고리즘이 잘 작동하려면 아주 간단한 문제에서조차도 수천 개의 데이

표 1. 이미지 증식 예시

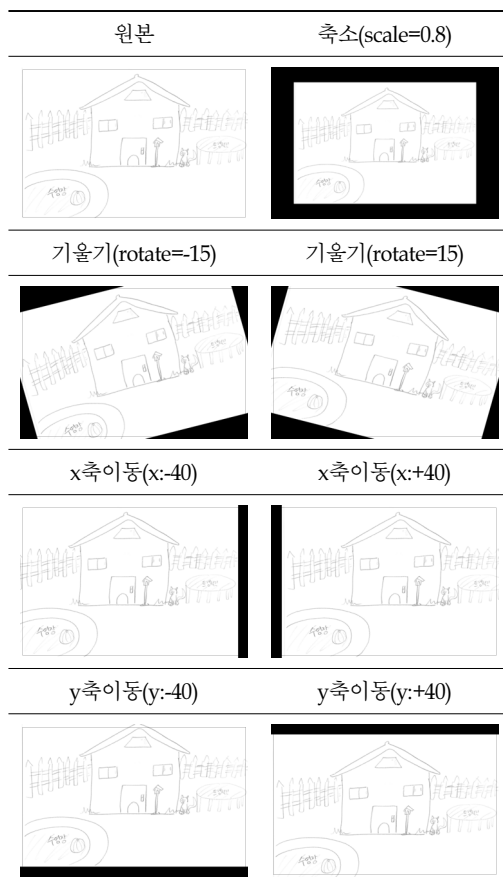
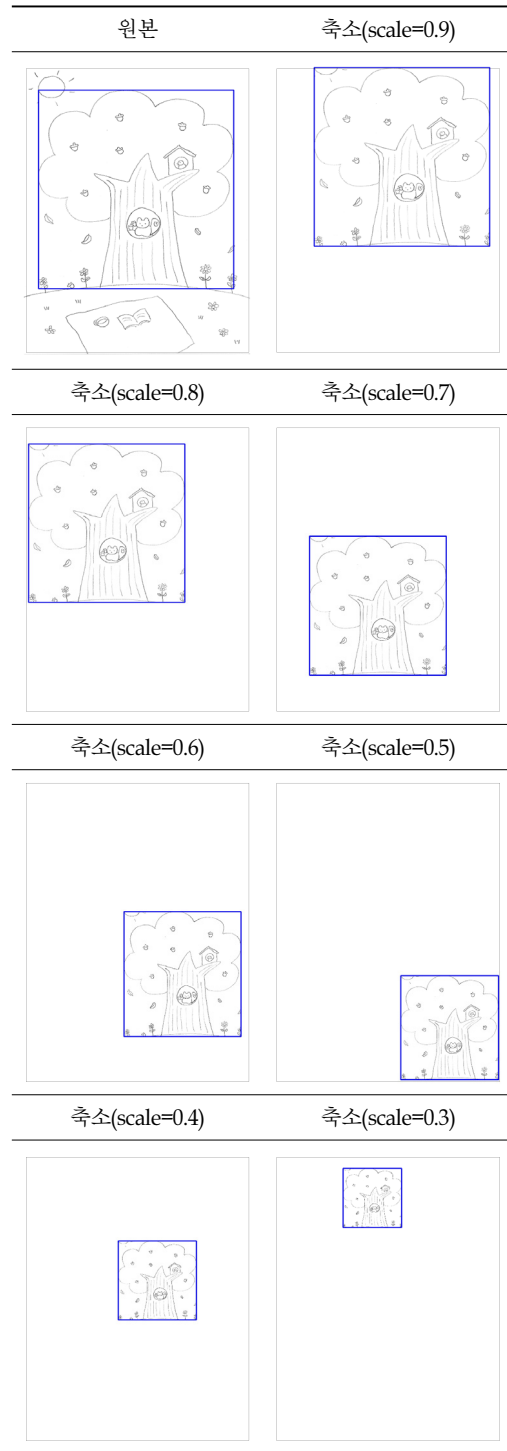


표 2. 이미지 크기 및 위치 조정 예시



터가 필요하기 때문에(Géron, 2017) 정확도가 높은 모델이 개발되기에 학습에 사용할 데이터로 Class당 100장 내외의 이미지는 부족하다. 따라서 한정된 자원을 효율적으로 활용하여 학습 효과를 높이기 위해 Python을 이용해 이미지 증식을 진행하였다. 한 장의 이미지를 축소, 기울기 변화, x축, y축 이동을 통해 7장의 새로운 이미지를 생성하였으며 예시 이미지는 표 1과 같다.

위의 이미지로 학습된 모델이 Test 데이터에서 객체의 크기와 위치의 변화에 민감하지 못한 결과를 보여주었는데, 수집된 그림 데이터에서 대부분의 나무 그림이 화지를 가득 채우는 경향을 보였기 때문에 학습데이터의 다양성이 부족하다고 판단하여 객체의 Scale을 조정하여 학습데이터에 추가하였다. 기존 'labelimg' Tool을 통해 그려진 객체의 정답 Box를 따로 뽑아내어 30%에서 90%까지 Scale을 줄이고 빈 화지를 생성한 뒤 Scale을 줄인 객체를 랜덤한 위치에 붙인 뒤 저장하였다. 예시 이미지는 표 2와

같다.

HTP 객체검출모델(HTP Object Detectin Model) 개발

이미지 증식, 정확도 확인 등과 같은 활동은 Windows 환경에서 진행하였고, 객체검출모델은 YOLOv4를 사용하며 Ubuntu 환경에서 학습을 진행하였다. YOLO의 빠른 학습을 위해서 GPU 연산을 지원하는 Darknet Framework를 사용하였는데 Darknet은 Linux 환경에서만 빌드 가능하기 때문에 Ubuntu 가상환경을 생성하여 진행하였다. 전체 개발환경은 표 3과 YOLO 학습환경은 표 4와 같다.

HTP 객체검출모델의 시스템 구성은 다음 그림 2와 같다. 집, 나무, 사람 각 1장씩 총 3장의 이미지를 하나의 세트로 입력받는다. 이 중 한 장이라도 예측 확률이 사용자가 설정한 Confidence Threshold을 넘지 못하거나, 나무 이미지를 사람이라고 예측하는 등, 다른 객체라

표 3. 개발환경

장비	모델
Processor	Intel(R) Xeon(R) Silver 4215R CPU @ 3.20GHz, 3.19 GHz
RAM	64.0GB
Graphic Card	NVIDIA Corporation TU104GL Quadro RTX 5000
OS	Windows 10 Pro for Workstations

표 4. HTP 객체검출모델 학습환경

장비	모델
Processor	Intel(R) Xeon(R) Silver 4215R CPU @ 3.20GHz, 3.19 GHz
RAM	64.0GB
Graphic Card	NVIDIA Corporation TU104GL Quadro RTX 5000
OS	Ubuntu 20.04.5 LTS

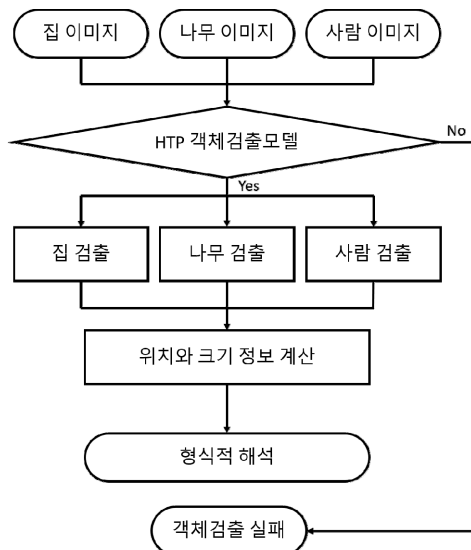


그림 2. HTP 객체검출모델의 시스템

고 판단했다면 HTP 객체검출에 실패한 것으로 간주하고 프로그램을 종료한다. 세 장 모두 옳게 객체를 찾아냈다면 이 정답 Box 값을 이용해 객체의 위치와 크기를 계산한다. 객체의 위치와 크기가 특정되면 각 위치와 크기에 맞는 HTP 검사의 형식적 해석을 최종 결과로 출력한다.

연구자는 아래와 같이 세 가지 모델을 개발하여 정확도를 비교해 보았다.

HTP 객체검출모델 ver1

첫 번째 모델은 수집한 데이터에 축소 및 기울기, x축, y축 변화를 통해 이미지 증식한 데이터를 추가하여 학습하였다.

HTP 객체검출모델 ver2

HTP 검사에서 나무 그림은 크게 그려지는 경향이 있는데, 초반 학습데이터도 대부분의 나무들이 화지를 꽉 채우는 결과를 보였다. 그 때문에 ver1 모델을 Test 데이터에 사용하였을 때

크기가 작은 객체들에 대한 인식률이 낮게 나타난 것으로 판단하였다. 두 번째 모델은 이러한 문제점을 해결하기 위해 객체들을 뽑아내어 크기를 조정하고 위치를 랜덤으로 조정한 데이터를 생성하고 기존 데이터에 추가해 학습하였다.

HTP 객체검출모델 ver3

세 번째 모델은 학습데이터의 다양성을 추가하기 위해 기존 데이터에 동적 집-나무-사람 그림검사의 데이터(Burns, 1998)를 추가하여 학습하였다.

모델 정확도 평가 및 성능 향상

본 연구는 학습된 HTP 객체검출모델의 성능을 확인하기 위해 선행논문에서 HTP 그림 자료 집 102장, 나무 100장, 사람 102장을 수집하였으며, 초등학생부터 노년층에 이르기까지 폭넓은 나이와 지적장애, 청각장애인, 저소득층 아동, 시설보호 아동 등 다양한 특성의 가진 내담자가 그린 데이터를 수집하였다(고예진, 2009; 김은경, 2010; 백원대, 2019; 성묘진, 2010; 성용우, 2013; 손성화, 2006; 이경아, 2010; 이준영, 2012; 이충현, 2014; 조윤경, 2011).

모델의 성능 평가는 YOLOv4를 이용해 학습하여 생성된 결과 파일 중 평가 지표상 결과가 가장 좋은 best 결과 파일을 이용하였다. 모델에 Test 데이터를 입력하여 받은 예측 결과값을 미리 연구자가 Test 데이터마다 각각 만들어두었던 정답 Box와 비교하여 IOU(Intersection Over Union) 지표에 따라 평가하였다. IOU 지표는 객체검출의 정확도를 평가하는 대표적인 지표로 실제 객체 위치의 정답 Box와 예측한 객체 Box, 두 Box가 중복되는 영역의 크기를 통해 평가하는 방식이다. IOU 지표의 계산 수식은 실제와

		객체검출 예측 결과	
		Positive	Negative
실제 정답	Positive	TP(True Positive)	FN(False Negative)
	Negative	FP(False Positive)	TN(True Negative)

그림 3 객체검출 모델의 예측 결과와 정답 간의 관계도

예측 영역의 중복된 영역, 즉 교집합의 넓이를 실제와 예측 영역의 합집합 넓이로 나눈 값이다. 이 IOU 지표값이 0.5 이상일 때 HTP 객체검출모델이 객체를 바르게 찾아낸 것으로 분류하였다. 이렇게 IOU 지표값을 활용하여 예측 결과와 실제 정답 간의 관계도 TP(True Positive, 실제 양성 예측 양성), FP(False Positive, 실제 음성 예측 양성), FN(False Negative, 실제 양성 예측 음성), TN(True Negative, 실제 음성 예측 음성)값을 구하였다. 그림 3에서 관계도를 볼 수 있다. 이후 정밀도(Precision)와 재현율(Recall), 정확도(Accuracy)를 계산하여 모델들의 성능을 비교하였다. 정확도는 전체 예측에서 옳게 예측한 것의 비율로 일반적으로 모델의 성능을 평가하는 데 유용하지만 데이터가 불균형할 때는 그렇지 않다. 이 경우 Recall과 Precision의 조화평균을 구해 하나의 값으로 모델 성능을 표현하는 F1-Score를 사용할 수 있다.

표 5, 6, 7은 Confidence의 변화에 따른 모델들의 정확도와 F1-Score를 보여준다. Confidence Score는 모델이 객체를 찾았을 때 그 객체가 해당 Class에 속하는 것이 얼마나 믿을만한지 알려주는 값으로, YOLOv4로 학습된 모델은 객체를 찾았을 때 해당 Class Name과 Confidence Score, 예측 Box의 시작 좌표와 넓이, 높이 값을 알려준다. 본 연구는 Confidence Threshold 값을 조절하여 Threshold가 넘지 않는 예측은 객체검출에 실패한 것으로 구분하였다. 따라서 Confidence Threshold가 높아질수록 객체검출에 성공한 것으로 구분하는데 신중하다. 즉 정밀도는 상승하나 재현율은 낮아진다. Test 결

표 5. HTP 객체검출모델 ver1의 정확도와 F1-Score

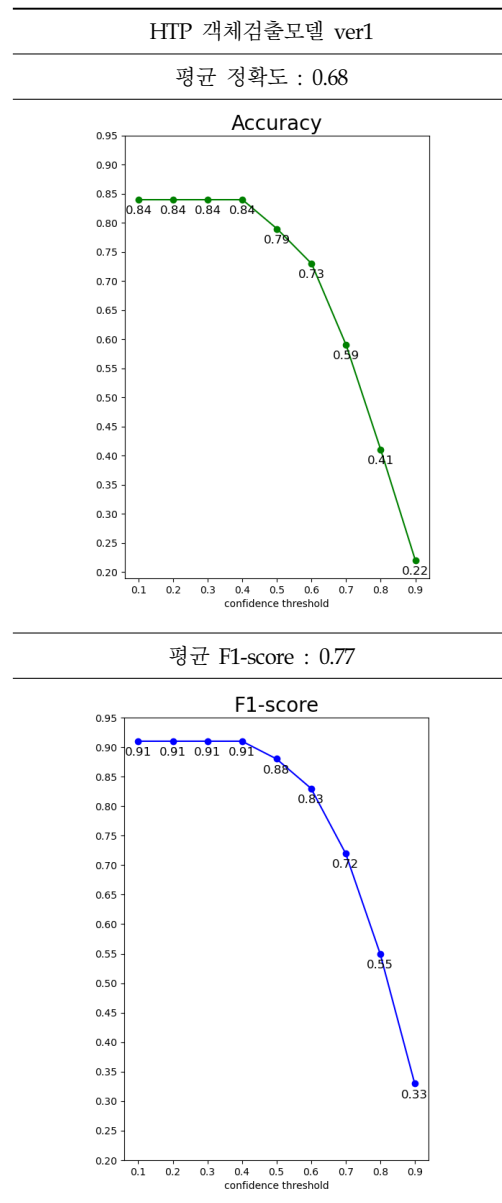
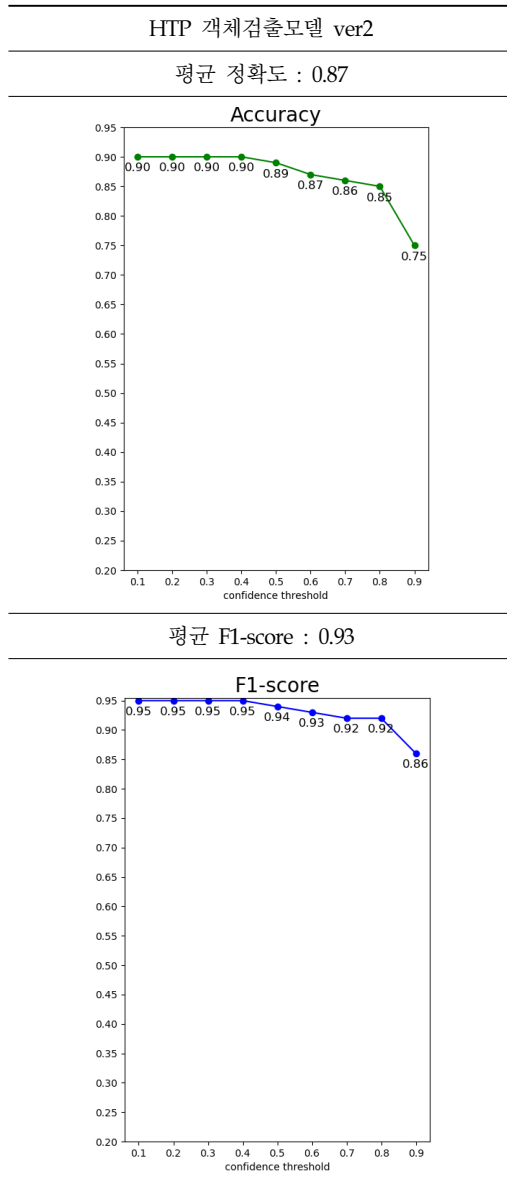
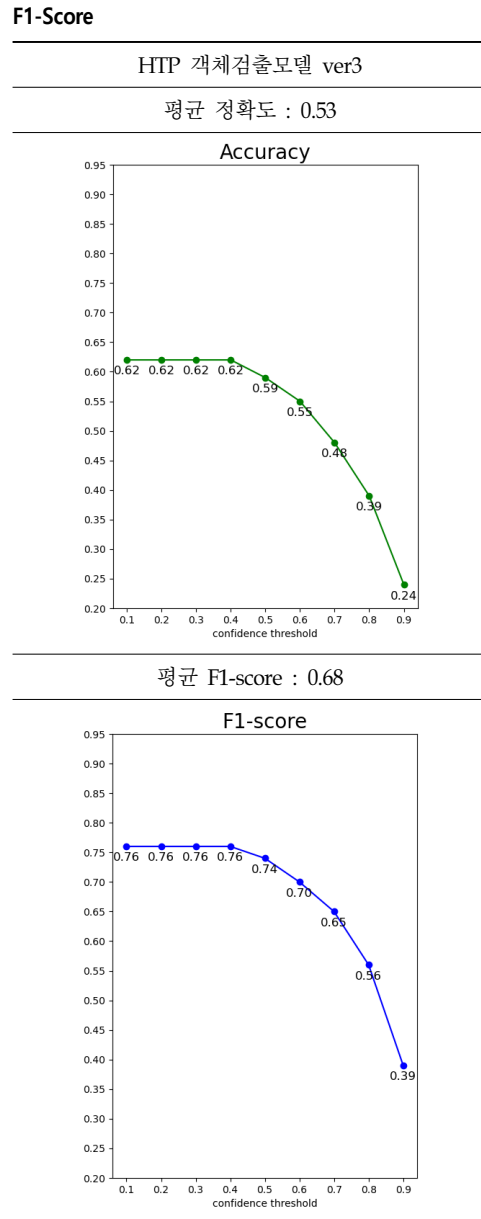


표 6. HTP 객체검출모델 ver2의 정확도와 F1-Score



과 ver2 모델이 평균 정확도 87%, F1-Score 93%, 가장 높은 정확도 90%, F1-Score 95%로 정확도와 F1-Score 모두 전체적으로 높은 성능을 보여주고 있다. 또한 Confidence Threshold가 0.1에서 0.4일 때 가장 좋은 결과를 나타

표 7. HTP 객체검출모델 ver3의 정확도와



내고 있으므로 추후 Test 이미지를 넣어 후처리를 진행할때 HTP 객체검출모델 ver2의 Confidence Threshold를 0.4로 설정하여 사용하였다.

III. 연구 결과

HTP 객체검출모델의 결과값 계산

앞선 Test 결과가 가장 좋았던 HTP 객체검출 모델 ver2의 Confidence Threshold 값을 0.4로 설정한 뒤 크기와 위치 후처리 연구를 진행하였다. 이미지를 불러와 먼저 계산의 편의성을 위해 이미지의 크기를 동일하게 변경시킨다. 크기는 가용할 수 있는 자원의 학습 속도와 정확도를 고려하여 72DPI 해상도 842 x 595로 설정하였다. 모델에 Test 이미지(집, 나무, 사람 각 1장씩)를 집어넣고 결과에서 각 그림당 하나씩 올바른 객체가 검출되었는지 확인한다. 이때 객체가 옳게 검출되었더라도, 검출된 객체의 Confidence 값이 처음 설정해놓은 0.4를 넘지 못하면 객체검출에 실패한 것으로 간주한다. 정리하면, 객체를 아무것도 찾지 못하거나, 다른 Class의 객체를 검출하거나, 검출된 객체의 Confidence 값이 Threshold를 넘지 못하였을 때는 객체검출에 실패한 것으로 판단하고 프로그램을 종료한다.

집, 나무, 사람 모두 맞게 검출된 Test 세트는 각 객체의 예측 Box 정보를 가져와 Box의 중앙점을 계산한다. 이때 예측 Box가 처음 설정해둔 화지의 크기를 넘어가게 검출되었다면 화지를 넘지 않도록 Box의 끝을 화지의 끝으로 변경하여 예외 처리하였다. 계산된 중앙점과 Box의 예시는 표 10, 11, 12에서 확인할 수 있다. 여기서 예측이 실패한 경우는 화지에 객체 이외의 다른 표시(워터마크 등)가 있기 때문에, 모델이 해당 정보를 객체로 인식하는 모습을 보였다. 이후 화지를 가로(left, center, right), 세로(up, center, down)로 각 삼등분 한 뒤 중간점이 위치한 곳을 기준으로 위치값을 저장한다. 객체의 크기는 Box의 넓이를 계산하여 전체 화지 넓이로 나누어 Box 크기의 비율을 구한다. 리커트 척도화로

HTP 평가기준을 개발한 박희진(2011)은 집과 사람 그림에서 종이면적의 1/2~2/3 정도면 가장 높은 4점을 종이면적의 1/4이하이거나 거의 다 차지했으면 가장 낮은 1점을 주었다. 이를 참고하여 화지를 가득 채우는 가장 큰 Box 비율을 100%로 설정하고 Box의 비율이 33% 이하면 작다고, 68% 이상이면 크다고 해석한다. 나무 그림은 HTP 검사에서 다른 무엇보다 크게 그려지는 경향이 있고(김동연, 2002), 백원대(2019)가 정리한 나무 검사 해석 비교에서 화지를 꽉 채우거나 밖으로 벗어날 정도의 큰 나무 표현을 유의미하게 보고 해석한 선행연구가 많았다. 때문에 연구자도 Box의 크기가 90% 이상일 때 크다고 해석하였다.

형식적 해석 적용

예측한 객체의 크기와 위치를 알게 된다면 최종적으로 크기와 위치에 맞는 해석을 내보낸다. 해석은 교재와 선행연구를 참고하여 추가하였다(강봉규, 2000; 광금주, 2002; 김동연, 2002; 김선애, 1993; 박현주, 2009; 타카하시 마사하루, 2009). 본 시스템의 상세 해석 알고리즘은 아래 표 8과 9에서 볼 수 있다.

HTP 객체검출모델 타당도 측정

HTP 객체검출모델이 이미지에서 객체를 찾고 위치와 크기를 계산하여 해석을 내보내는 연구 결과가 얼마나 정확한지 확인하기 위해 해석 타당도를 측정하였다. 모델을 거쳐 나온 해석 결과를 미술치료 전문가가 그림과 함께 확인하여 해석이 유효한지 True, False로 구분한다. 상세 내용은 아래와 같다.

먼저 앞서 선행논문에서 수집한 HTP 검사 그림 자료에서 집, 나무, 사람 각 100장을 1장씩, 총 3장이 한 세트가 되게 100세트를 구성하

표 8. 위치의 해석 알고리즘

위치 해석
<pre> 해석 = [] # house if house_place == 'left': 해석.append('내향적 열등감을 가지고 있다.') elif house_place == 'right': 해석.append('외향적 활동성을 가지고 있다.') # tree if tree_place == 'left': 해석.append('자의식이 강하고 부끄러움이 많거나 내향적인 성격으로 과거로 퇴행하는 경향이 있다.') elif tree_place == 'right': 해석.append('지적만족을 강조하며 부정적 사고와 적개심을 가지는 경향이 있다.') # person if person_place == 'left': 해석.append('소극적이며 우울감을 가지고 있다.') elif person_place == 'right': 해석.append('이기적이며 공격적이고 분노가 높다.') if house_place == 'up' or tree_place == 'up' or person_place == 'up': 해석.append('통찰력이 부족하고 이치에 맞지 않는 낙천주의를 가지고 있다.') elif house_place == 'down' or tree_place == 'down' or person_place == 'down': 해석.append('안정감을 가지지만 우울하고 위축되어 있으며 패배감이 짙다.')</pre>

였다. Test 자료는 각 객체를 개별로 수집하였기 때문에 연구자가 임의로 세트를 구성하였다. 구성된 100세트의 그림 자료를 HTP 객체검출모델에 넣었을 때, 객체검출에 실패한 경우를 제외하고 82세트의 해석이 반환되었다. 미술치료 전문가가 이 해석자료를 그림과 함께 보고 해석이 타당한 경우에는 True를 타당하지 않다고 판단

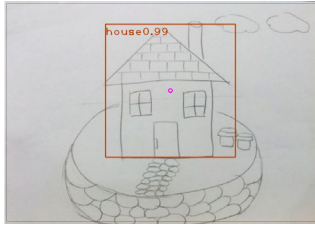
표 9. 크기의 해석 알고리즘

크기 해석
<pre> # house if house_size <= 0.33: 해석.append('열등감, 무능력감을 가지고 있고 소심하며, 자아강도가 낮다.') if person_size > 0.67: 해석.append('가족보다는 자신을 더 중요시하는 경향이 있다.') elif house_size > 0.67 : 해석.append('과장되고 공격적이며 보상적 방어의 감정을 가지고 과일행동을 하는 경향이 있다.') # tree if tree_size <= 0.33: 해석.append('자신에 대해 열등감을 가지고 있고 무력감을 느끼고 있다.') elif 0.33 < tree_size < 0.9: 해석.append('자기확대의 욕구를 가지며 공상보다는 현실적인 활동에서 만족을 얻으려고 한다.') else : 해석.append('통찰력이 부족하고 생활공간으로부터의 이탈과 회의를 느낀다.') # person if person_size <= 0.33: 해석.append('수축된 자아를 가지고 있고 환경을 다루는데 있어서 부적절하며 낮은 에너지 수준을 가진다.') elif person_size > 0.67: 해석.append('자기를 증명하려고 노력하는 경향이 있다.')</pre>

하면 False를 체크한다. 미술치료 전문가로는 미술치료학과에 재직 중인 교수와 임상시간 1800시간 이상의 미술치료학과 학부 졸업 후 석사과정 이상의 임상전문가를 구성하여 미술치료 지식이 풍부한 전문가 3인이 타당도를 측정하였다. 측정된 타당도는 평균 일치도 79%로 아주 높은 정확도를 보여주진 못했지만, 미술치료 현장에서 활용될 가능성을 보여주었다.

표 10. HTP 객체검출모델 ver2의 집 예측 예시

예측 성공(TP)



예측 실패(FN)

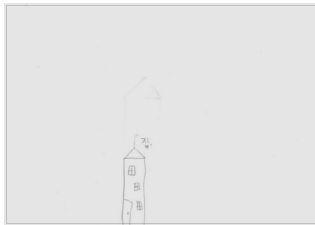
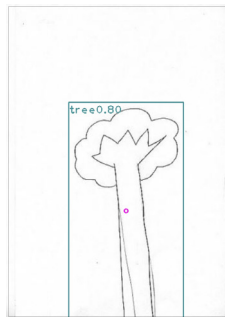


표 11. HTP 객체검출모델 ver2의 나무 예측 예시

예측 성공(TP)



예측 실패(FP)

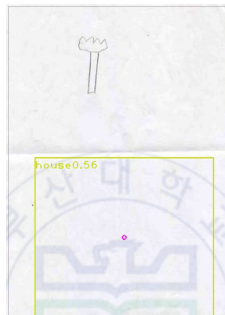
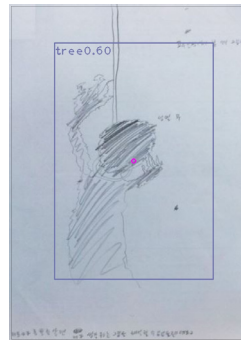


표 12. HTP 객체검출모델 ver2의 사람 예측 예시

예측 성공(TP)



예측 실패(FP)



IV. 논의

본 연구는 HTP 검사 해석과정에서 객관적인 절차를 추가함으로써 신뢰도를 향상하기 위해 객체검출모델 기반 HTP 검사의 형식적 해석 연구를 시도하였다. 객체인식모델을 개발하기 위해 대학 재학생들에게 직접 HTP 검사를 시행하며 학습 데이터를 수집하였고, F1-Score를 바탕으로 객체인식모델의 성능을 향상시키고, 미술 치료 전문가들을 활용하여 해석의 타당도를 측정하며 연구 결과를 도출하였다.

본 연구에 따른 논의는 다음과 같다.

첫째, HTP 검사의 집, 나무, 사람에 대한 객체검출모델이 개발되었다. 선행 연구로 박정현

등(2019)은 딥러닝 사물 인식 알고리즘을 활용하여 그림을 통한 감성 분석 분야에 활용될 수 있는 방안을 제시하였다. 웹 상의 아이들의 그림을 모아 one-stage 계열인 Mobilenet SSD v1 모델로 학습시켜 사물 인식 실험을 진행하였다. 재현율은 58.2%로 적은 데이터로 인해 비교적 높지 않은 결과를 보여주었지만, 아이들이 그린 그림 이미지 데이터로부터 집, 나무, 사람 같은 사물을 인식하는 것이 가능하다는 것을 확인하였다. 본 연구는 HTP 검사의 해석을 위해선 가장 먼저 집-나무-사람 그림에 대한 구분이 필요하다고 판단하여 이를 위해 그림을 보고 어떤 객체를 그렸는지 판단하고 찾은 객체의 크기와 위치값을 반환하는 모델을 개발하였다. 모델의 정확도를 측정하기 위해 학습에 사용하지 않은 새로운 HTP 검사 이미지를 Test 하였을 때, 최종 모델의 정확도는 90%, F1-Score는 95%로 높은 정확도를 보여준다.

둘째, 위에서 개발된 HTP 객체검출모델의 반환 정보를 바탕으로, HTP 검사의 형식적 해석 중 크기와 위치 처리에 대한 기준 체계를 구축하였다. 조승제, 조건우, 김영옥(2021)은 HTP 검사에서 객체를 추출한 뒤, 추출된 객체를 통해 피실험자의 심리를 예측하는 모델을 제안하였다. 객체 인식에서 실험자의 감정을 알기 위해 사람의 얼굴만이 필요하다고 판단하였기에 사람의 얼굴만을 검출하도록 훈련하였고, 감정은 기쁨과 행복, 분노와 화남, 우울과 슬픔으로 3가지 클래스로 분류하였다. 사람의 한 부분만 검출하는 모델은 여러 객체의 상관관계를 계산하여 해석하는 HTP 검사의 해석 모델로 활용하기에 어려움이 있다. 본 연구는 A4용지를 기준으로 하여 가로(left, center, right), 세로(up, center, down)로 각 삼등분한 뒤 중간점이 위치한 기준으로 위치정보를, 예측 Box의 크기 비율을 기준으로 크기정보를 저장하였다. 선행연구에서 HTP 검사의 형식적 해석 정보를 조사하여 각

객체의 결과에 맞는 해석이 반환될 수 있도록 모델 후처리를 통한 해석 체계를 구축하였다.

셋째, HTP 검사의 형식적 해석 모델의 타당도를 측정하였다. 모델에 입력한 이미지와 반환된 해석 결과를 종합하여, 미술치료 전문가 3인이 최종 해석 결과를 True와 False로 구분하였다. 타당도 평가에서 평균 일치도가 79%로 추후 후속 연구를 통해 컴퓨터 공학을 활용한 HTP 검사 해석 모델의 발전 가능성을 확인하였다.

더욱더 높은 정확도와 활용성을 보여주는 HTP 검사의 형식적 해석 모델을 개발하기 위해 다음과 같은 후속 연구를 제안하고자 한다.

첫째, 본 연구를 학습데이터를 수집하기 위해 대구·경북 내 대학교 재학생의 협조를 받았고 학습데이터를 분석했을 때, 성별은 남성 23%, 여성 77%의 비율을, 연령은 10대 1%, 20대 90%, 30대 6%, 40대 3%의 비율을 보였다. 대학교라는 특성상 연령에서 20대의 비율이 높게 나타나였으며, 연구에 참여한 학과의 성별 비율은 여성이 높게 나타났다. 추후 연구자료를 보완할 때는 다양한 연령과 특성을 지닌 참여자들을 고르게 선정하는 것이 필요하다.

둘째, 해당 모델은 객체검출에 실패하였을 때 별도의 처리 없이 프로그램을 종료한다. 이는 모델이 객체검출에 실패하면 이미지 전처리를 통해 해당 과정을 재시도하도록 추가하고, 객체 검출 실패 사례를 분석한 이미지 전처리 알고리즘을 개발한다면 전체 객체 검출률이 높아져 정확도 또한 상승할 것으로 생각한다.

셋째, 해석 알고리즘은 선행연구에서 위치와 크기에 관한 해석들만 가져와 사용하였다. 실제로 사용하기 위해서는 미술치료 전문가들이 동의한 다양한 상황의 형식적 해석이 보완되어야 한다.

넷째, 본 연구는 해석기준을 위치와 크기로 한정하여 후처리하였다. 후속 연구에선 영상 데이터를 입력 가능하게 하여 객체가 그려지는 세

부 순서 및 지우기, 필압 등을 추가로 구분한다면 종합적인 HTP 검사 형식적 해석 모델이 개발될 것이다.

마지막으로 인공지능 기반 HTP 객체검출모델의 타당도 측정에서 연구자는 미술치료 전문가 3인만이 모델의 타당도를 측정하였지만, 타당도의 신뢰성을 향상시키기 위해서는 더 오랜 기간을 두고 많은 전문가의 참여를 통해 수정 및 보완이 이루어져야 한다.

참고문헌

- 강봉규(2000). **심리검사의 이론과 기법**. 서울: 동문사.
- 강차연(2006). 미술치료에서의 심리평가: 미술치료 평가와 투사적 그림검사를 중심으로. **심리치료: 다학제적 접근**, 6(2), 137-159.
- 고예진(2009). **전통놀이를 활용한 집단치료놀이 프로그램이 저소득층 아동의 자아개념 및 또래상호작용에 미치는 영향**. 명지대학교 석사학위논문.
- 곽금주(2002). **아동 심리평가와 검사**. 서울: 학지사.
- 구진선(2007). **인물화검사와 표준화성격검사와의 관계성 연구: DAP와 PAI-A를 중심으로**. 한양대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김동연(2002). **HTP와 KHTP 심리진단법**. 대구: 동아문화사.
- 김선애(1993). **H.T.P 투사그림기법의 정서장애아동 판별기능 연구**. 단국대학교 박사학위논문.
- 김연아(2003). **웹 기반 심리검사 시스템의 설계 및 구현**. 인천대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김은경(2010). **저소득층 아동의 공격성 감소에 미치는 집단미술치료의 효과**. 한양대학교 석사학위논문.
- 김지은, 공마리아, 김택호, 황세진(2021). 미술치료사의 심리적 유연성이 디지털기술 활용태도에 미치는 영향. **미술치료연구**, 28(6), 1333-1344.
- 김태진, 김남규(2019). 어텐션과 이미지 캡셔닝을 활용한 인공지능 미술 치료 지원 시스템. **2019년 한국경영정보학회 경영정보관련 추계학술대회(pp. 257-259)**. 서울: 한국경영정보학회.
- 박정현, 신승호, 김재엽, 박기현, 이승준, 전민구, 김성우(2019). HTP 테스트를 통한 아동 그림 감성 분석 자동화 사전 연구. **2019년 한국HCI학회 학술대회(pp. 867-871)**. 서울: 한국HCI학회.
- 박현주(2009). **미술치료 진단 기법의 이해**. 파주: 양서원.
- 박현주, 서명옥(2014). 투사적 심리검사자료를 활용한 초보상담자와 경력상담자의 사례개념화 비교연구. **미술치료연구**, 21(6), 1283-1304.
- 박희진(2011). **HTP 평가기준 개발: 리커트 척도화**. 동의대학교 석사학위논문.
- 백원대(2019). **HTP(house-tree-person) 검사 해석체계 구축 및 타당성 제고**. 삼육대학교 박사학위논문.
- 성묘진(2010). **독서치료와 미술치료를 통합한 예술치료프로그램이 인터넷 중독에 미치는 영향에 관한 질적 연구: 초등학교를 대상으로**. 한양대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 성용우(2013). **만다라를 활용한 미술치료가 성인여성의 불안 증상에 미치는 영향**. 동국대학교 석사학위논문.
- 소현경, 서영훈(2018). 국내 디지털미술치료의 현황과 발전방향. **임상미술심리연구**, 8(1), 35-49.
- 손성화(2006). **정신지체학생의 성격유형에 따른 HTP 반응특성 연구**. 부산대학교 석사학위논문.
- 손성희(2016). **모바일 기반 HTP그림검사 앱 개발을 위한 표준화 연구: 성격5요인에 따른 HTP그림검사의 반응특성을 중심으로**. 대구대학교 박사학위논문.
- 신현철(2020). **콜라주 데이터 증강기법을 이용한 심층학습 기반의 해상객체 검출에 관한 연구**. 한국해양대학교 석사학위논문.

- 안이환(2012). 그림검사 도구의 문제점과 전망. **미술치료연구**, 19(1), 157-175.
- 안정애(2003). **어린이의 HTP 검사 반응에 대한 해석과 특징연구**. 건국대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 이경아(2010). **만다라 집단미술치료가 정신분열증 환자의 자아존중감에 미치는 효과**. 순천향대학교 건강과학대학원 석사학위논문.
- 이준영(2012). **집단 미술치료 프로그램이 중학생의 분노와 자아존중감에 미치는 영향에 관한 연구**. 한양대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 이충현(2014). **집단미술치료가 취업을 준비하는 청각장애인의 사회불안 감소 및 자기효능감에 미치는 영향**. 명지대학교 사회교육대학원 석사학위논문.
- 이태영(2021). **정밀도로지도 갱신을 위한 YOLOv3 기반 도로시설물 객체 검출**. 조선대학교 석사학위논문.
- 임지연, 이성옥, 김경표, 유용균(2021). 아동 그림 심리분석을 위한 인공지능 기반 객체 탐지 알고리즘 응용. **한국산업정보학회논문지**, 26(5), 1-9.
- 정영인(2021). 집-나무-사람(HTP) 그림검사의 국내 연구 동향 분석. **문화와 융합**, 43(7), 27-56.
- 조승제, 조건우, 김영옥(2021). 딥러닝 기반 집-나무-사람 검사 분석 모델의 개발. **2021년 한국정보처리학회 학술대회논문집**(pp. 558-561). 서울: 한국정보처리학회.
- 조윤경(2011). **집단심리치료가 시설보호아동의 공격성 감소에 미치는 효과**. 한양대학교 석사학위논문.
- 최성희(2005). **대인관계 성향과 HTP 반응 연구: 초등학교 5.6학년 중심으로**. 원광대학교 보건환경대학원 석사학위논문.
- 최정윤(2002). **심리검사의 이해**. 서울: 시그마프레스.
- 高橋雅春(타카하시 마사하루)(2009). **그림 테스트 입문: HTP 테스트[描画テスト診断法 HTPテスト]**. (김성자 역). 서울: 한국색채심리분석연구소(원전은 1967년도에 출판).
- Burns, R. C.(1998). **동적 집 - 나무 - 사람 그림검사: KHTP 그림검사의 해석 지침서[Kinetic House-Tree-Person Drawings]**. (김상식 역). 서울: 하나의학사(원전은 1987년도에 출판).
- Géron, A.(2017). *Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras and TensorFlow*. California, CA: O'Reilly Media, Inc.
- Malchiodi, C. A.(2000). *Art therapy and computer technology - A Virtual Studio of Possibilities*. London, UK: Jessica Kingsley Publishers.
- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A(2016). *You only look once: Unified, real-time object detection*. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 779-788). Vancouver, BC, Canada: CVPR.

투 고 일: 2023년 07월 20일
수 정 일: 2023년 08월 11일
게재확정일: 2023년 09월 26일

A Study on the Formal Analysis of House-Tree-Person(HTP) Test Based on AI Object Detection Model

Lee, Eun Jeong Hwang, Se Zin
Daegu Haany University

The HTP test is today's representative projective drawing test. However, it lacks standardized interpretation criteria, and there is a high level of subjective intervention by evaluators during the evaluation process, resulting in low reliability. In order to resolve these problems, the researchers proposed an AI system HTP Object Detection Model that classified house, tree, person objects in HTP test results based on AI object detection models and sent meaningful interpretations by receiving location and size values used for formal analysis. For the study, image data of 98 houses, 98 trees, and 196 people were collected between September and October 2022. The model was trained using machine learning. A high-accuracy model was developed with an Accuracy of 90% and F1-Score of 95%. The model calculated the location and size information of the objects and provided formal interpretations that matched the corresponding values. The validity of the model was measured by art therapy experts evaluating the formal interpretation derived from HTP test images inputted into the model. The average validity was 79%. By adding diverse training data and more detailed interpretations in the future, it was expected that an formal analysis model of HTP test would be developed to supplement the projective drawing test reliability of art therapists. Based on these research findings, the significance and limitations of this study were discussed.

Key words : AI, Object detection model, HTP test, Formal analysis