

http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2023.9.1.613

JCCT 2023-1-75

구글 티처블머신을 활용한 정신과적 응급 대상자의 병실 안전 모니터링 프로그램 개발

Development of Safety Monitoring Program for Psychiatric Emergency Using Google Teachable Machine

이은민*, 김태훈**

Eun-Min Lee*, Tae-Hun Kim**

요약 본 논문에서는 실시간으로 촬영된 화면을 통해 격리실에 입원한 대상자가 안정 상태에서 벗어난 행동을 하는 지 자동으로 판단할 수 있는 모니터링 프로그램에 대해 설명한다. 본 프로그램의 동작인식 모델은 전이학습(Transfer Learning)을 통해 학습하여 구축되었다. 3개 동작에 대해 900장의 이미지가 사용되었으며, 본 프로그램은 모든 환경을 지원하기 위하여 웹용으로 개발되었다. 모델은 격리실에 입원한 대상자의 상태에 대해 높은 정확도로 판단하였으며, 기존의 격리실 모니터링 시스템에 응용하여 적용가능하다.

주요어 : 티처블 머신, 전이학습, 동작인식, 텐서플로우

Abstract In this paper, a monitoring program that can automatically determine whether a patient admitted to an isolation room acts out of a stable state through a screen photographed in real time is described. The motion recognition model of this program was built by learning through transfer learning. 900 images were used for the three movements, and this program was developed for the web to support all environments. The model was determined with high accuracy to determine the state of the subject hospitalized in the isolation room, and can be applied by applying it to the existing isolation room monitoring system.

Key words : Teachable Machine, Transfer Learning, Pose Estimation, TensorFlow

1. 서론

정신과적 응급이란 '사고, 행동, 기분 그리고 사회적 관계의 급성 장애를 말하며, 정신과적 질환이 급성기 상태로 발현되거나 악화되어 대상자 본인 혹은 타인의 안전과 건강에 위협이 되는 상황'을 의미한다[1]. 정신과적 응급상황에서 가장 심각한 극도의 위기 상황에서는

치료를 위한 강제 입원 조치가 필요하며, 우리나라에서는 '응급입원' 제도가 시행되고 있다.

정신과적 응급 상황에서 응급입원은 대상자가 가진 환청이나 망상과 같은 질환의 특성과 정신의료기관의 제한적인 환경 등으로 인하여 자·타해의 위험과 같은 공격적인 상황이 발생할 위험이 높다. 정신의료기관에서는 이러한 위험을 조절하기 위한 응급처치로서 격리와

*준회원, 전남대학교 간호대학 간호학과 학부생 (제1저자)

**정회원, 전남대학교 간호대학 간호학과 석박사통합과정 (교신저자)

접수일: 2022년 12월 15일, 수정완료일: 2023년 1월 5일

게재확정일: 2023년 1월 9일

Received: December 15, 2022 / Revised: January 5, 2023

Accepted: January 9, 2023

**Corresponding Author: lordkupa@hanmail.net

Dept. of Nursing, Chonnam National Univ, Korea

강박을 시행하게 된다. 대부분의 시간을 대상자와 함께 생활하는 간호사는 격리나 강박이 시행되었을 때, 처치의 시행 및 해당 대상자의 모니터링 및 의사소통과 관련해 매우 중요한 역할을 수행하게 된다[2].

응급처치에서 간호사가 가진 역할은 대상자의 안전과 관련하기에 매우 중요하지만, 간호 인력 부족 등의 문제로 인하여 해당 역할에 충실히 수행하는 것은 어려운 상황이다. 정신건강보건법 시행규칙에 따르면 정신건강의학과 간호사 1인당 대상자의 수는 13명이어야 하지만, 2015년 건강보험심사평가원의 조사에서, 정신건강의학과 간호사 1인당 대상자 수는 평균 19.6명으로 [3], 법적인 간호 인력의 확보조차 되지 않은 현실에서 응급입원 대상자에 대한 적절한 모니터링이나 중재가 취해지는 것은 어려움이 있을 수밖에 없다.

4차 산업혁명이 도래하면서 정보통신기술(Information & Communication Technology)의 하나인 인공지능(Artificial Intelligence)이나 심층학습(Deep-Learning)에 대한 관심이 높아지고 있다. 이미 군사, 사회복지, 교육 등 다양한 분야에서 인공지능(Artificial Intelligence)과 심층학습(Deep-Learning)의 적용이 늘어나고 있으며, 이는 건강관리 분야에도 예외가 아닌 상황이다. 초지능적, 초연결적 성격을 기반으로 한 인공지능(Artificial Intelligence)은 건강관리 분야에서 인간보다 효율적이며, 피로나 부주의에 빠지지 않고, 선입견에 취약하지 않아, 대상자에게 최적화된 의료의 제공이나, 부족한 보건 의료 자원의 보충, 그리고 지속적인 자가 관리 유도 등에 활용되고 있으며, 점차 건강관리 분야에서 영역을 넓혀 나갈 것으로 보인다.

국내 보건복지 현장에서 정보통신기술(Information & Communication Technology)은 주로 지역사회 돌봄 현장에서 활용되고 있다[4-6]. 서울시에서는 반려로봇 '마포동이'를 도입하여 독거노인 대상으로 말벗 등 정서 지원서비스를 제공하고 있고, 경기도 부천시에서도 통합 돌봄사업의 일환으로 노인세대에 반려로봇을 도입하여 말벗, 복약알림, 종교서비스, 치매예방게임, 건강정보 등을 제공하는 등 인간과 인공지능 로봇이 대화를 통해 상호작용하는 방식으로 활용되고 있다[7].

이렇듯 다양한 분야에서 활용되고 있는 정보통신기술(Information & Communication Technology)을 응용한다면 만성적인 인력부족 상황에서도 최선의 의료서비스를 제공하기 위해 노력하고 있는 정신건강의학과

간호사의 업무도 경감할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 격리나 강박이 되어 있는 대상자의 모니터링을 수행하는 동작 인식 프로그램을 제안한다. 제안된 프로그램은 심층학습(Deep Learning)기법을 활용하며, 전이 학습(Transfer Learning)를 통해 동작 인식의 정확도를 향상시킨다[8-9]. 제안된 프로그램은 사전에 준비된 격리나 강박중인 대상자들의 이미지를 기반으로 학습을 진행하고, 학습 완료된 모델을 바탕으로 격리나 강박중인 대상자의 움직임 등을 자동으로 식별하여 판단한다.

2장에서는 관련 기술 및 기존에 개발된 동작 인식 식별 프로그램에 대해 살펴본다. 3장에서는 본 연구에서 제안한 프로그램의 구성 및 동작 인식 모델에 대해 상세히 설명한다. 4장에서는 모델의 구축 및 실험 결과를 설명하고, 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

II. 기존 동작 인식 중재 연구

현재까지 연구된 임상환경에서 대상자의 동작을 인식하여 모니터링하는 중재들은 센서를 이용하는 방법과[10], 영상처리 라이브러리인 OpenCV를 이용하는 방법[11], 깊이 카메라를 이용한 방법[12], 그리고 기계학습으로 학습된 인공지능 기법을 이용하여 객체를 인식하는 방법[13] 등 다양한 방법들이 있다.

1. 센서를 이용한 동작 인식 방법

대상자의 동작인식을 위한 근전도 (Electromyograph) 센서, 측정된 값을 기반으로 대상자의 움직임을 추론하기 위한 부분으로 구성된 장비를 사용하여 입원한 대상자의 동작을 인식하는 방법이다. 근전도(Electromyograph) 센서를 통해 대상자의 미세한 근육 움직임이 감지되면, 감지된 값이 프로세서로 전달되고, 프로세서에서는 근전도 값을 통해 대상자의 동작을 추론하여 움직임이 있음을 알려주게 된다[10].

2. 영상처리 라이브러리를 이용한 방법

OpenCV(Open Source Computer Vision)는 컴퓨터 비전 라이브러리 중 실시간 이미지 프로세싱에 중점을 둔 라이브러리이다. 선행 연구에서는 동작인식을 통한 위기 상황 판단 알고리즘을 구현했다. 연구에서는 대상자를 카메라로 인식시킨 후 대상자의 외곽선을 추출하여,

이를 바탕으로 기울기 값을 추출하였고, 인식된 객체의 기울기 값 변화량을 통해 응급상황을 판단한다[11].

3. 깊이 카메라를 이용한 방법

대상자의 관절 정보를 측정하는 깊이 카메라를 통해 실시간으로 대상자의 골격정보를 수집하고, 3축 가속도센서, 3축 자이로센서가 조합된 관성측정장치(Inertial Measurement Unit)가 탑재된 장갑 형태의 웨어러블 장치를 통하여 대상자의 회전운동 정보를 수집한다. 측정된 값들은 데이터베이스로 전달되어 저장된 후 분석되고, 이를 통해 대상자의 움직임을 인식할 수 있게 한다[12].

4. 전이 학습(Transfer Learning)을 이용한 방법

심층학습(Deep-Learning) 모델은 충분한 자료가 있어야지만 그 성능을 보장할 수 있다는 한계가 있다. 대부분의 경우 충분한 훈련 데이터를 새로 수집하여 모델을 처음부터 학습시키는 과정은 많은 비용과 시간이 들기 때문에 어렵다. 이런 문제를 해결하기 위한 대안으로 학습이 완료된 모델의 가중치를 조절하여 새로운 모델을 학습시키는 전이학습이 나타나게 되었다[8-9]. 전이학습을 통해 비용 절감뿐만 아니라, 기존 모델을 조정하여 새로운 목적에 적합한 모델을 용이하게 생성할 수 있다는 점에서, 심층학습을 현실의 다양한 분야에서 활용할 수 있도록 하고 있다.

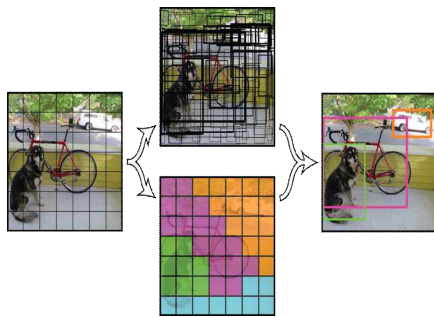


그림 1. YOLO의 객체 검출 구조
 Figure 1. A simplified structure of YOLO object detector

선행 연구에서는 카메라를 이용하여 영상을 실시간으로 입력받고 이를 심층학습(Deep-Learning) 기법 중 하나인 YOLO(You Only Look Once)를 활용하여 대상자의 동작 인식을 수행하였는데, YOLO(You Only Look Once)기법은 실시간 객체 검출 및 인식 알고리즘으로 원본 이미지를 S×S개의 픽셀로 나눈 뒤, 각 영역에

중심이 되는 바운딩 박스를 예측하고, 신뢰도를 계산하여 객체의 위치를 찾는 방식이다. 그림 1은 해당 기법의 객체 검출 구조를 보여준다. 선행연구에서는 1000장의 이미지를 바탕으로 학습을 진행한 후, 대상자의 바운딩박스를 검출하여 움직임을 판단한다[13].

III. 모델의 학습 및 프로그램 구성

1. Teachable Machine을 통한 Pose Estimation

Google에서 개발한 ‘Teachable Machine’은 비전공자가 빠르고 간단하게 기계 학습 모델을 구축할 수 있도록 개발된 웹 기반의 도구이다[14]. Teachable Machine은 정지 영상을 통해 이미지를 분류하는 모델, 입력된 소리를 분류하는 모델, 동영상 기반의 자세 인식 모델 등 3 종류의 모델에 대한 기계 학습 결과를 출력한다. 각 모델들은 전이 학습을 이용하며 사전에 학습되어진 신경망을 사용하고 있다. 본 연구에서는 3 종류의 모델 중 동영상 기반의 자세 인식 모델을 활용한다. 자세 인식 모델은 Tm.PoseNet 모델을 통해 학습이 진행되며, 연구에서는 인식되어야 하는 동작의 가짓수인 3가지 종류의 클래스를 생성하여 학습한다. 모델 구축을 위한 학습데이터는 연구자가 임상 환경을 재현한 공간에서 직접 촬영하여 사용하였고, 학습 결과는 Json 형식의 파일로 출력한다.

2. 모델을 적용하기 위한 TensorFlow.JS

학습된 모델을 다양한 Platform에서 지원하기 위해 TensorFlow.JS를 사용한다. TensorFlow.JS는 웹 환경을 기반으로 기계학습 모델을 구축하거나, 배포하기 위한 라이브러리로서, 웹 브라우저를 지원하는 모든 Device에서 작동한다.

3. IDE을 통한 WebApp 개발

학습된 모델을 사용하기 위해, Web Page를 Visual Studio Code 편집기를 활용하여 제작한다. HTML5, JavaScript를 활용하여 Front-End를 개발하고, Teachable Machine에서 제공하는 Code를 수정하여 모델 동작 시 참조할 수 있게 한다.

4. 동작 예측

대상자의 동작을 판단하고, 적절한 상황인지 사용자에게

알려주기 위해 predict() 함수에 prediction의 probability 값을 검출할 수 있게 코드를 수정한다. 그림 2는 모델 구축 후 추출된 코드를 받아 대상자가 현재 어떤 동작을 취하고 있는지 probability 값을 통해 판단할 수 있게 수정하는 과정의 화면이다. probability 값이 0.7이상 일 경우 사용자에게 알릴 수 있게 코드가 작성되었다. 총 3개의 class로 구성되었고, class 1인 prediction 1은 침상 위에서 있는 자세, class 2는 침상 옆에 앉은 자세, class 3인 prediction 3은 침상위에 앉은 자세이다. 정신질환을 가진 대상자의 경우 격리실에서는 절대 침상 안정(Absolute Bed Rest)상태에서 벗어나는 경우를 문제 상태로 보기에 안정 자세가 아닌 경우를 모델이 판단하게 한다.

```

async function predict() {
  const { pose, posemetOutput } = await model.estimatePoseFromCanvas();
  const prediction = await model.predict(posemetOutput);
  document.getElementById("model-load").innerHTML = "모델 로딩 완료";
  if (prediction[1].probability.toFixed(2) > 0.7) {
    var audio = new Audio("warning.mp3");
    audio.play();
    document.getElementById("warning").innerHTML = "warning" + prediction[1].probability.toFixed(2);
  }
  if (prediction[2].probability.toFixed(2) > 0.7) {
    var audio = new Audio("warning.mp3");
    audio.play();
    document.getElementById("warning").innerHTML = "warning" + prediction[2].probability.toFixed(2);
  }
  if (prediction[3].probability.toFixed(2) > 0.7) {
    var audio = new Audio("warning.mp3");
    audio.play();
    document.getElementById("warning").innerHTML = "warning" + prediction[3].probability.toFixed(2);
  }
  for (let i = 0; i < maxPredictions; i++) {
    const classPrediction =
      prediction[i].className + ": " + prediction[i].probability.toFixed(2);
    labelContainer.childNodes[i].innerHTML = classPrediction;
  }
  drawPose(pose);
}
    
```

그림 2. VS CODE에서 코드 수정
Figure 2. Code Modification at VS CODE

IV. 모델 구축 및 실험 결과

1. Teachable Machine을 통한 Pose Estimation

1) 데이터 세트 구축

본 연구에서 학습을 위한 데이터는 연구자가 임상 환경을 재현한 공간에서 직접 촬영하여 사용하였다. 자세 판단을 위해 침상 위에서 있는 자세, 침상 옆에 앉은 자세, 침상 위에 앉은 자세를 동영상으로 촬영하여 프레임을 추출한 후 학습에 이용하였으며 각 자세들은 300장의 정지 영상으로 전체 900장으로 구성되었다. 모델은 위험 자세를 판단한 후 warning이라는 메시지와 경고신호를 출력하고 모델의 자세 일치 정도인 확률을 화면에 나타낸다.

2) Pose Estimation 모델 구축

대상자의 현재 상태를 판단하기 위한 모델을 구축하기 위하여, 본 연구에서는 Google Teachable Machine을

이용한다. 에폭(Epoch)은 50, 배치 사이즈(Batch size)는 16, 학습률은 0.001로 설정하여 모델을 학습시켰으며, 구축된 모델은 metadata.json, model.json, weight.bin의 3개 파일로 저장하여 사용한다.

2. Pose Estimation 모델의 실험 결과

카메라를 통해 대상자를 촬영하며, 촬영된 대상자의 동작을 모델이 실시간으로 인식할 수 있게 한다. 인식된 동작을 통해 대상자가 위험 상황에 있는지 판단하고, 그 결과를 화면상에 출력하게 한다.

1) 대상자가 침상 위로 일어난 경우

그림 3은 대상자가 침상 위로 일어난 경우의 실험 결과이다. 대상자는 뒤돌아 서있었으나, 평균 0.87점의 높은 수준의 확률을 보여준다. 실시간으로 대상자가 계속 앞·뒤로 회전하며 움직임을 보여주었으나, 학습된 모델은 정확하게 인식함을 알 수 있다.



waring0.87

그림 3. 대상자가 침상 위로 올라간 경우
Figure 3. Patient is standing on the bed

2) 대상자가 침상 옆에 앉은 경우



waring0.96

그림 4. 대상자가 침상 옆에 앉은 경우
Figure 4. Patient is sitting on the bedside

그림 4는 대상자가 침상에서 이탈하기 위해 침상 옆에 걸터앉는 경우의 상황으로, 평균 0.96점의 높은 수준의 확률을 보여준다. 침상을 이탈하기 위한 대상자의 움직임에 따라 관절부위의 일부 Key-point가 카메라에 노출되지 않았지만 모델이 정확하게 동작하며 대상자의 자세를 인식하고 확률을 출력하는 것을 알 수 있다.

3) 대상자가 침상 위에 앉은 경우

그림 5는 대상자가 침상위에 일어나기 전에, 침상위에 앉은 경우이다. 모델의 동작인식은 평균 0.91점의 높은 수준의 확률을 보여준다. 대상자의 자세에 따라 일부 관절이 카메라에 노출되지 않았지만, 모델이 대상자의 자세를 인식하고 판단하는 것을 알 수 있다.

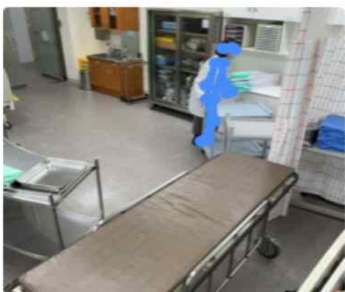


waring0.91

그림 5. 대상자가 침상 위에 앉은 경우
Figure 5. Patient is sitting on the bed

4) 대상자가 침상에서 벗어난 경우

그림 6은 대상자가 침상 바깥에 있는 경우로써 학습되지 않은 상황이다. 모델은 화면상에 움직이고 있는 대상자에 대해 인식하였으나, 해당 동작에 대해 학습하지 못하여 확률을 출력하지 못하였다.



...0.00

그림 6. 대상자가 침상에서 이탈한 경우
Figure 6. Patient leaves bed

V. 결론 및 향후 연구방향

본 연구는 간호사의 응급 처치 시 업무를 보조하고, 이를 통하여 대상자의 건강에 최대한의 이득을 주기 위한 방법의 기초를 마련하기 위해 수행되었다.

목적달성을 위하여 기존의 심층학습(Deep-Learning) 중 전이학습(Transfer Learning)을 통해 격리실에 입원한 대상자의 안정상태를 판단하는 동작 인식 프로그램을 개발하였다. 본 프로그램을 활용한다면 격리실 외에도, 중환자실이나, 응급실, 복합적 질환을 가진 감염병 대상자의 관리에도 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

본 연구에서 개발된 프로그램의 동작인식 모델은 전이 학습(Transfer Learning)을 기반으로 구축하였다. 일반적으로 모델을 구축하는 것보다 더 경량화 된 데이터를 통해 학습시킬 수 있었고, 연구에서는 모델의 학습을 위해 3 종류의 자세 900개의 이미지를 활용하였다. 900개의 이미지는 일반적인 pose estimation 모델에 비해 상대적으로 학습 데이터가 작았음에도 불구하고 모델의 동작 인식에는 무리가 없었으며, 높은 정확도를 통해 대상자의 현재 상태를 판단하는 것을 확인할 수 있었다.

추후연구에서는 동작의 일치정도 뿐만 아니라, 각각의 피사체나 물체의 영역인 바운딩 박스까지 적용하여 프로그램을 구성한다면 더 정확하게 대상자의 동작을 인식할 수 있을 것이라 추정된다. 또한 동작만을 학습시키는 것에서 더 나아가, 대상자의 움직임 정도나 의식 수준, 질환에 따른 증상까지 학습시킬 수 있다면, 정신의료기관 전반적으로 유용하게 사용될 수 있을 것이라 기대 된다.

References

- [1] National Center for Mental Health, "On Site Response Guide 2.0 in Psychiatric Emergency", Nov. 6, 2018. [Online]. Available: https://www.ncmh.go.kr:2453/viewer/skin/doc.html?fn=20181206100523177092_1.pdf&rs=/viewer/result/202211/
- [2] J.E. Sung, S.J. Kim, S.H. Kim, S.W. Kim, "Nursing Strategy for Use of Seclusion and Restraint in Psychiatric Hospitals", *Korean J Schizophr Res*, vol. 21, no. 1, pp. 1-8, 4 2018, doi.org/10.16946/kjsr.2018.21.1.1.

- [3] HEALTH INSURANCE REVIEW & ASSESSMENT SERVICE, "Medical Benefit Psychiatry Evaluation Results Report", Apr. 13, 2016. [Online]. Available: https://www.hira.or.kr/cms/open/04/04/12/2016_13.pdf
- [4] H.S. Jo, J.H. Kim, S.R. Kim. "Factors Related to the Effectiveness in the Use of An ICT-Based Toy Robot for the In-Home Care of Community Dwelling Elderly", *Korean Journal of Health Education and Promotion*, Vol. 36, No. 5, pp. 43-51, 2019.
- [5] J.H. Oh, H. Lee, I. Chun, "Development of Dementia Care Robot Integrated Program and Evaluation of Effectiveness-for the Elderly with Mild Dementia", *The Journal of Korea Robotics Society*, vol. 15, no. 4, pp. 330-340, 2020. doi.org/10.7746/jkros.2020.15.4.330
- [6] J. Oh et al., "A Preliminary Experimental Study on Untact Silver Care Robot Program", *Journal of Institute of Control Robotics and Systems*, pp. 322-333, 2021.
- [7] J.J. Kim, "Mapo-gu Spreads 'Mapodongyi' Seoul Autonomous Region's First AI Pet Robot", Feb. 2, 2021. [Online]. Available: <http://news.kmib.co.kr/article/view.asp?arcid=0015568798>
- [8] S.C. Kang, "Trends in Artificial Intelligence Transfer Learning and Applications", *ITFIND*, No. 1943, 2020.
- [9] J.S. Youn, K.H. Lee, S.W. Bahk, "A Study on the Application of Transfer Learning and Meta-Learning to Various Aspects for Adaptive AI-Aided Communication Systems", *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, pp. 1914-1915, 2022.
- [10] J.H. Seo, J.B. Lim, B.J. Kim, Y.S. Jeon, Y.J. Baek, "Design and Implementation of Deep Learning Based Gesture Recognition Device in Hospital Environment", *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, pp. 1406-1407, 2019.
- [11] W.J. Gu, H.R. Moon, J.H. Song, K.M. Lee, H. Kim, "IoT for Social Workers and Elders Who Live Alone", *Proceedings of the Korea Information Processing Society Conference*, pp. 319 - 322, Nov. 2020. doi:10.3745/PKIPS.Y2020M11A.319
- [12] M.T. Lee, J.H. Youn, E.S. Kim, "Evaluation and Analysis of VR Content Dementia Prevention Training based on Musculoskeletal Motion Tracking", *Journal of Korea Multimedia Society*, vol. 23, no. 1, pp. 15 - 23, Jan. 2020. doi: 10.9717/KMMS.2020.23.1.015
- [13] W.Y. Park, C.H. Lee, J.S. KIM, "A Study on the Deep Learning Based Fall Detection Using Camera", *The Journal of Korean Institute of Next Generation Computing*, pp.402-404, 2022.
- [14] M.G. Seo, S.Y. Ohm, "An Automatic Parking Space Identification System Using Deep Learning Techniques," *The journal of the convergence on culture technology*, vol. 7, no. 4, pp. 635 - 640, Nov. 2021. doi: 10.17703/JCCT.2021.7.4.635.