

컴퓨터 비전을 통한 섬망 조기진단 모형 구현

김세빈¹, 김나현¹, 이소현¹, 신창화²,
¹이화여자대학교 휴먼기계바이오공학부
²디노밸류

weiss_official@ewhain.net, nhdh07@ewhain.net, lshyun224@ewhain.net, s27460@naver.com

Implementation of a Computer Vision-Based Delirium Diagnosis Model

Sebin Kim¹, Nahyun Kim¹, Sohyun Lee¹, Changhwa Shin²

¹Division of Mechanical and Biomedical Engineering, Ewha Womans University

²Dino Value

요 약

본 연구는 외상환자에게 자주 발생하는 낙상, 욕창, 불면증을 영상기술을 통해 인식하여 섬망의 조기진단 모형을 구현한다. 실시간 모니터링을 통해 섬망 잠재환자를 선별하고 집중적인 관리와 치료로 이어질 수 있도록 간호인력을 보조하는 데 주된 목적을 두고 있다. 과활동형 섬망은 과생위험 중 하나인 낙상과, 저활동형 섬망은 원인 요소인 욕창과 묶어 자세인식을 통해 관정한다. 또한 주로 밤에 악화되는 섬망의 특성을 고려해 눈 깜빡임을 통한 불면증 검사를 추가로 반영하였다. 낙상과 욕창을 섬망과 묶어 융복합적인 위험 예측 시스템을 구축함과 동시에, 기존의 섬망 사정도구들이 지니는 시공간적 제약을 개선함으로써 간호인력의 부담을 덜어줄 것으로 기대된다.

I. 서론

섬망(delirium)이란 중추신경계의 불안에서 초래되는 급성 의학적 상황으로 지남력 상실(disorientation)과 같은 의식장애와 발작, 괴성, 발관(extubation)과 같은 과다행동을 동반한다.[1] 섬망은 합병증을 유발할 뿐만 아니라 그 자체로도 입원환자의 기존 질환을 악화시키는 데, 수술 후 환자의 51.0%, 말기 질환 환자의 80.0%가 섬망을 겪는다는 보고를 통해 사망률에도 유의한 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있다.[2] 일반적으로 섬망은 원인 요소를 제거하면 빠르게 회복할 수 있으나, 증상이 다양하여 분별이 쉽지 않기 때문에 치료 시기를 놓치는 경우가 많다. 실제로 간호인력은 섬망의 원인에 대한 의식 수준은 높지만 증상에 대한 지식은 상대적으로 부족하여 조기진단에 난항을 겪는 것으로 확인되었다.[2] 섬망의 진단을 위한 사정도구는 여러 차례 연구되어왔으나 민감도와 특이도에서 준수한 평가를 받은 것은 CAM-ICU가 대표적이다. 그러나 실무현장에서의 사용률은 저조한 것으로 나타났는데, 미국중환자의학회(SCCM)의 권고에도 미국 간호사들의 33~39%만이 사정도구를 사용하고 있으며, 국내에서는 약 8%에 불과한 것으로 확인되었다.[1] 이는 섬망 환자에 대한 병원 내 프로토콜이 부재하다는 점, CAM-ICU를 포함한 사정도구의 특성상 수시로 평가하기 어렵다는 점이 크게 작용한다. 기록이 큰 섬망의 증상을 고려할 때 실시간

으로 보호 관찰할 필요가 있다는 점에서 괴리가 발생하며 공격성과 불안성을 지닌 섬망 환자를 대면해야 하는 것에 대한 간호인력으로서의 정신적, 육체적 부담과 안전 문제 또한 간과할 수 없다.

본 연구는 간호인력이 상시 진단하기 어려운 섬망의 특성을 고려하여 발병 가능성이 있는 환자들을 우선 선별하는 방법을 고안한다. 이는 섬망의 완전한 진단을 목표하기보다, 사정도구를 사용할 잠재 대상을 추려내어 섬망을 조기에 진단하는 데 목적을 두고 있다.

II. 본론

1. 이론적 배경

섬망은 증상에 따라 과활동형 섬망(hyperactive delirium)과 저활동형 섬망(hypoactive delirium)으로 나뉜다. 과활동형 섬망은 환각과 망상으로 인한 흥분, 과다 각성 등의 역동적인 증상이 발생하는 반면, 저활동형 섬망은 무기력을 기저로, 움직이지 않으려는 특징을 가진다. 한편, 섬망의 대상이 되는 입원환자의 상당수는 외상환자 내지 준외상환자에 해당하며, 주된 위험요인에는 낙상과 욕창이 있다. 낙상과 욕창, 섬망의 관계성은 각각이 서로의 기저질환이 된다는 점에서 출발한다. 실제로 주의력과 정신 상태의 급격한 변화로 발생하는 과활동형 섬망은 낙상 사고 발생 위험을 최대 6배까지 증가시키며[3] 섬망을 유발하는 주요 원인 중 하나인 약물치료가 낙상

에서도 유의미한 영향을 미쳤다.($r=.390$ $p<.001$)[6] 반면 지속적인 무기력과 부동상태(immobilization)을 겪는 저활동형 섬망은 욕창과 상호 인과를 주고받으며 악영향을 주는 것으로 확인되었다[4,5].

2. 연구방법

2.1 개요

과활동형 섬망과 낙상, 저활동형 섬망과 욕창으로 체계화한다. 낙상과 욕창을 판별하기 위해 컴퓨터 비전 기반의 자세 인지(pose recognition) 및 자세 예측(pose estimation)을 사용하며, 훈련된 모델은 실시간으로 입력받는 영상 데이터를 분석하여 위험 여부를 판단한다. 또한 밤에 악화되는 섬망은 불면 증상을 동반하는 경우가 많다는 점[7,8]을 고려하여 수면 여부를 판단하는 알고리즘을 추가한다. 전자는 섬망 환자의 신체적인 변화에, 후자는 정신적인 변화에 초점을 둔 것이며 이를 통해 본 연구의 제한점을 일부 보완한다.

2.2 구성

모델 학습은 Google Colab에서 이루어졌으며 개발언어는 Python, OS는 Ubuntu 22.04.1 Linux 다. 하드웨어는 Raspberry Pi 4B+를 사용하며 Pi 카메라를 통해 입력받은 실시간 영상 데이터는 DBMS인 MySQL에 저장되어 외부 PC와 공유한다. 객체 인식(object detection)에는 OpenCV, 자세 검출에는 Openpose 모델을 사용했다. 기타 부품에는 UI를 통해 결과를 출력하는 터치 디스플레이(800 x 480 pixels), SoC 발열 방지용 냉각팬이 있다. 분석한 데이터는 디스플레이로 표현되며, 이를 위한 전체적인 아키텍처는 그림 1과 같다.

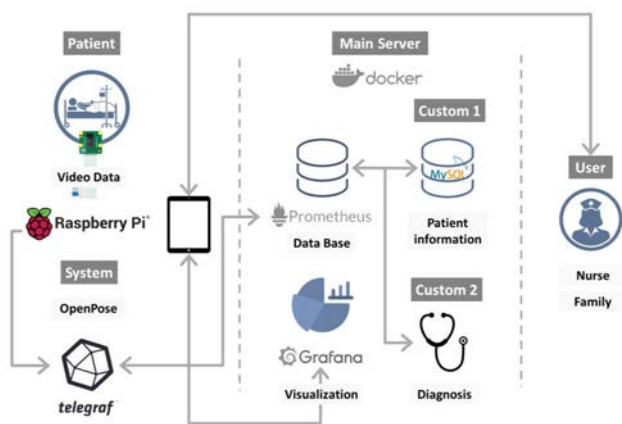


그림 1. 조기진단 모형 구성도

2.3 동작 분류 및 예측 알고리즘

1) 욕창

추출한 어깨선의 길이 및 위치 변화를 바탕으로 자세의 지속시간을 계산한다. 상반신 부근의 키포인트

위치를 참고하여 어깨선 부위를 Bounding Box 안에 포함시키고, 좌/우측으로 돌아누운 상태, 바르게 누운 상태를 구분한다. 욕창 환자의 경우 2시간마다 자세 변경이 필요하므로[10] 한 자세가 지정 시간을 초과하여 지속될 때 위험 상황 신호를 보낸다.

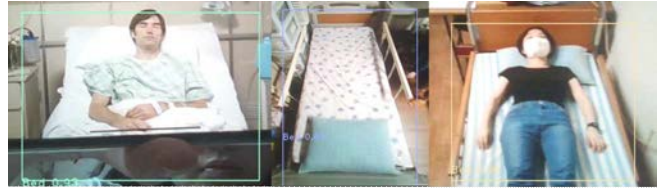


그림 2. 침대 객체 인식 (左: 훈련 中: 침대 右: 임상)

2) 낙상

대부분의 낙상은 머리와 상체를 따라 하체가 떨어지기 때문에, 그 중요도가 상체에 있다고 가정할 수 있다. 특히, 어깨는 스포츠 의학에서 사람의 자세 변화를 파악하는 랜드마크로 가장 많이 선정된다[9]. 본 연구에서는 OpenCV 모델을 사용해 추출한 어깨선 키포인트와 침대 경계 간의 위치를 기준으로 낙상을 판단한다. 한쪽 어깨가 침대 경계면을 넘어갔을 경우, 낙상의 위험이 높다고 판단하여 신호를 보낸다.

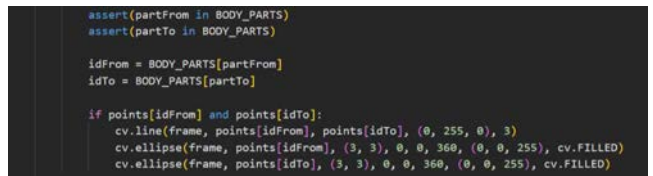


그림 3. 키포인트 추출을 위한 Python 코드



그림 4. 어깨선 추출 결과와 이탈 판정

2.4 눈 깜빡임 알고리즘

OpenCV을 활용하여 대상의 눈을 추출하고 Eye Aspect Ratio를 계산해 눈을 뜬 상태와 감은 상태를 구별한다. 눈 깜빡임 여부를 통해 권장 시간 동안 수면을 취하는지 확인, 불면증을 유추해낼 수 있다.

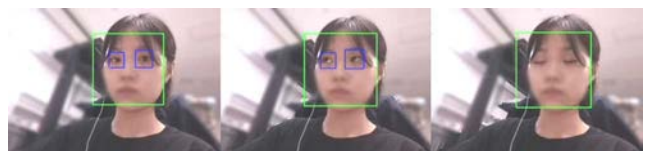


그림 5. 눈 깜빡임 알고리즘 적용

2.5 섬망 진단 기준 선정

KOSIS에 따르면 낙상은 연평균 1.6~2.1회 발생하며, 지역, 성별, 연령 등에 따른 편차는 약 0.18로 나타났다. 노인 낙상 연구 결과에 따르면 1년에 약 2회의 낙상이 발생하는데[11], 월평균 약 17%의 확률을 지니고 6.25일에 한 번꼴로 낙상이 나타난다. 과활동형 섬망보다 저활동형 섬망이 빈번히 발생하는 만큼, 욕창은 2시간마다 부동상태를 인식하여 보고한다. 이때 부동상태는 안면 운동을 제외한 신체의 움직임이 거의 없다고 판단되는 경우로 간주한다. 다만 이 경우 좀 더 엄밀한 진단을 위해선 불면증과 함께 종합적으로 해석할 필요가 있다. DSM-IV ICD에 따르면 불면증은 주간 평균 3일, 30분 이상 잠에 들지 못하고 자다 깨는 시간이 30분 이상을 유지할 때로 정의된다. 따라서 본 연구에서는 한 달 기준 16% 이상, 일주일에 1번 이상 낙상 위험을 보인 경우, 2시간 이상 부동상태를 유지하는 경우, 주 3일 불면증의 상기 조건을 만족하는 경우를 섬망 잠재환자로 분류한다.

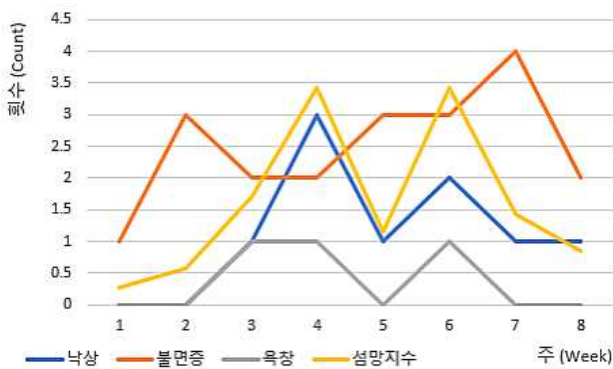


그림 6. 낙상, 불면증, 욕창의 주간 데이터 및 섬망 지수

III. 결론

본 연구는 섬망을 낙상, 욕창, 불면증과 연결하여 섬망의 진단을 위한 새로운 방법을 제시했다는 의의를 지닌다. 자세 인식, 눈 깜빡임 인식과 같은 영상 기술을 활용하여 개발·유지비용을 절감했고 언택트 자동화 시스템을 통해 간호인력의 부담을 줄여주었다. 또한 섬망의 잠재 대상을 추려낼 수 있다는 점, 기존 사정도와 연계하여 사용률을 높일 수 있다는 점에서 섬망의 조기진단과 관리에 대한 프로토콜 형성에 긍정적인 영향을 줄 것으로 기대된다.

IV. 논의

섬망의 잠재 대상을 1차적으로 선별하는데 의의를 두지만 좀 더 엄밀한 진단 도구로 발전시키고자 한다면 뇌파 측정을 위한 EEG를 채용해볼 수 있다. 이는 섬망의 진단을 위해 자주 제시되는 의료 장비 중

하나다. 다만 이 과정에서 EEG가 억제대로 작용할 수 있는지에 대한 검토가 필요하다. 또한 요양병원의 환자 관리 지침을 참고하여 환자의 혈압과 맥박, 체온을 관련 변인으로 선정해볼 수 있다. 실제로 욕창은 체온이 3도 이상 상승할 경우 발생 위험이 높아지기 때문에 섬망 발현에도 영향을 주며, 고혈압일수록 노인의 섬망 발병률이 높다는 연구 결과 또한 보고된 바 있다. 시스템 측면에서는 원 내 무선 네트워크 제약을 고려, MySQL 기반으로 제공되었던 데이터를 FM으로 송신하는 방안을 제안할 수 있다.

참고문헌

- [1] 최수정, 조용애 「CAM-ICU로 평가한 중환자실의 섬망 발생률과 섬망 발생 위험요인」, 『임상간호연구』, 제20권, 제3호, 406-416쪽, 2014.
- [2] 김정선 외 3인, 「중환자실 간호사의 섬망 지식, 섬망 이미지 및 섬망 사정 정확도: 예비 연구」, 『간호와 보건연구』, 제24권, 제1호, 63-73쪽, 2019.
- [3] Kelly Doherty. et al., "Delirium markers in older fallers: a case-control study", *Clin Interv Aging*, Vol.9, No.9, pp.2013-2018, 2014.
- [4] 서정석 외 3인, 「섬망의 임상적 아형」, 『정신신체의학』, 제16권, 제2호, 69-74쪽, 2008.
- [5] 이선희, 이선미, 「섬망이 중환자실 환자결과에 미치는 영향: 경로 분석」, 『대한간호학회지』, 제49권, 제6호, 724-735쪽, 2019.
- [6] 박경미, 「정신약물을 복용하는 정신질환자의 진정, 섬망, 낙상에 관한 연구」, 『산업융합연구』, 제18권, 제4호, 33-40쪽, 2020.
- [7] Paula T. Trzepacz, Robert W. Baker, Joel Greenhouse, "A Symptom Rating Scale for Delirium", *Psychiatry Research*, Vol.23, No.1, pp. 89-97, 1987.
- [8] 홍정호, 「중환자실에서의 섬망」, 『Journal of Neurocrit Care』, 제8권, 제2호, 46-52쪽, 2015.
- [9] 박서희, 전준철, 「인간 행위 인식을 위한 비전 기반 인간 자세 추정에 관한 연구」, 『한국 인터넷 정보학회』, 제18권, 제2호, 19-25쪽, 2017.
- [10] 강현욱, 고지운, 「중환자실의 욕창 예방 중재 프로그램의 효과: 메타 분석」, 『중환자간호학회지』, 제11권, 제1호, 67-78쪽, 2018.
- [11] 정낙수, 최규환, 「노인낙상의 원인과 예방」, 『한국전문물리치료학회지』, 제8권, 제3호, 107-117쪽, 2001.

※ 본 프로젝트는 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.