

# 컴퓨터 비전과 딥러닝 알고리즘 기반 욕창 환자 자세 판단 시스템 구현

윤효식<sup>01</sup> 최유진<sup>1</sup> 이동주<sup>2</sup> 엄경식<sup>3</sup>

<sup>1</sup>송실대학교 컴퓨터학부

<sup>2</sup>수원대학교 정보보안학과

<sup>3</sup>성균관대학교 전자전기공학부

sosckr@soongsil.ac.kr, yj8677@soongsil.ac.kr, bllopi123@suwon.ac.kr, rudt1r9298@skku.edu

## Implementation of Computer Vision and Deep Learning-Based Pose-Estimation System for Bedsore patients to prevent

Hyosik Yun<sup>01</sup> Yoojin Choi<sup>1</sup> Dongju Lee<sup>2</sup> Kyungsik Um<sup>3</sup>

<sup>1</sup>School of Computing, Soongsil University

<sup>2</sup>Information Security, Suwon University

<sup>3</sup>Electronic Engineering, Sungkyunkwan University

### 요 약

본 논문에서는 욕창 간호 수행의 부담을 덜어주는 실시간 자세 판단 모니터링 시스템을 구현한다. 이 시스템은 주기적으로 체위 변경이 필요한 욕창 환자의 자세를 디지털화하여 간호인의 업무 효율성을 높인다. 또한 주기적으로 카메라를 통해 욕창 환자의 모습을 관찰하고 환자의 자세를 판단함으로써 누적된 욕창 환자의 자세 데이터를 한눈에 볼 수 있고 욕창 환자의 다음 체위를 효과적으로 변경할 수 있다. 기존의 센서를 이용한 욕창 환자 자세 판단 방법보다 경제적인 시스템으로써 노인환자 증가로 인한 간호인들의 부담을 덜고 업무의 효율성을 제공한다. 이를 통해 병원, 요양 시설의 간호 인력 부족으로 인한 욕창 환자 병간호 미흡 문제를 해결할 수 있을 것이다.

### 1. 서 론

최근 고령화 사회로 인해 노인환자가 증가하여 노인전문병원을 포함한 노인 요양병원의 수는 2007년 593개에서 2010년 850개로 증가하였다[1]. 특히 노인요양시설에서의 사고유형 중 욕창 발생과 낙상사고가 80%로 높은 비율을 차지하고 있다[2]. 욕창은 응 전력이나 마찰력 등을 포함한 지속적 압력이 뼈 돌출부위나 의료기기를 사용한 부위에 순환장애를 일으켜 피부와 기저조직이 국소적으로 손상된 상처이다[3]. 이러한 상처는 생명을 위협하는 결과를 초래할 수 있기 때문에 욕창 예방 및 치료의 중요성이 주목받고 있다[4]. 특히 노인의 경우 조직의 저항력과 관계된 근육의 탄력성이 저하되어 있으며, 만성질환을 앓고 있는 비율이 높고, 감각기관의 장애와 같은 신체적 조건을 지니고 있어 외부의 작은 압력에도 욕창이 발생할 위험이 높다[5]. 국내의 경우 관련 연구에 의하면 입원 환자의 11.0%, 노인 요양 시설에서는 7.0% ~ 9.8%, 중환자실 환자에서는 21.7% ~ 45.5%로 욕창이 발생하였다[6, 7]. 한편, 우리나라의 욕창 치료 비용이 한 해에 약 300억 원에 다다른다[8]. 이런 욕창의 예방 중재인 체위변경은 신체 일부가 받는 압력의 강도와 압력을 받는 시간을 줄이는 큰 역할을 한다[9]. 욕창 예방 및 관리에 대한 가이드라인[10]에서는 욕창을 예방하기 위해 규칙적인 체위변경을 권장한다. 그러나 우리나라의 간호인 배치수준은 2013년 OECD 통계에 의하면 인구 천 명당 활동 간호인 2.6명으로 OECD 국가 중 최저 수준이다[11]. 주기적으로 체위변경이 필요한 많은 욕창 환자들을 관찰하기에 간호인의 부담이 크다.

이에 본 논문에서는 낮은 배치수준으로 인한 간호의 일정 부분만 담당하는 간호인들의 부담을 해결하고자 ‘컴퓨터 비전과 딥러닝 알고리즘 기반 욕창 환자 자세 판단 시스템’을 설계한다. ‘컴퓨터 비전과 딥러닝 알고리즘 기반 욕창 환자 자세 판단 시스템’은 센서에 기반을 둔 기존 제품들과 차이를 두어 각 욕창 환자의 병실에 카메라를 설치하여 사진 데이터를 획득하고, 해당 데이터를 이미지처리와 딥러닝 기반의 자세 판단 알고리즘을 통해 웹 어플리케이션으로 정보를 제공한다.

### 2. 본 론

#### 2.1 시스템 개요

본 논문은 실제 노인 요양 병원에서 욕창 환자의 체위변경 데이터를 디지털화하여 욕창 간호 수행의 부담 감소를 위한 ‘컴퓨터 비전과 딥러닝 알고리즘 기반 욕창 환자 자세 판단 시스템’ 모델링하고 구현하였다. 해당 시스템은 장기간 규칙적으로 체위를 변경해야 하는 욕창 환자들을 대상으로 간호인들의 부담을 덜어주는 실시간 체위변경 모니터링 서비스를 지원한다.

#### 2.2 시스템 구성

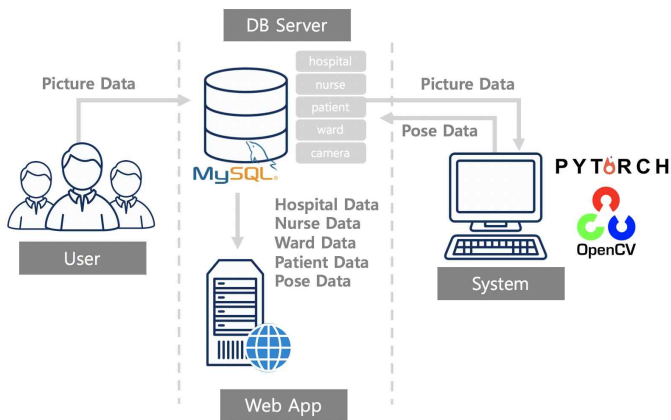


그림 1 시스템 구성도

그림 1은 전체 시스템 구성도이며, 웹 어플리케이션은 Java, jsp와 아파치 톰캣, 라즈베리파이 DB 서버는 Python와 Mysql 그리고 windows 10인 PC 서버에 컴퓨터 비전과 딥러닝을 이용한 자세 판단 알고리즘을 python 언어로 구현하여 개발하였다. 해당 시스템의 흐름은 다음과 같다. 먼저 모니터링이 필요한 욕창 환자의 병실에 설치된 라즈베리파이 카메라에서 해당 환자의 자세를 주기적으로 촬영을 한다. 각 환자의 사진 데이터는 DB 서버에 저장되고, 저장된 사진 데이터가 PC 서버로 전송되었을 때 컴퓨터 비전과 딥러닝을 통해 사진 데이터를 분석하여 자세 정보를 결과값으로 산출한다. 결과값으로 나온 해당 환자의 자세 정보를 다시 DB 서버에 저장하며 웹 어플리케이션은 해당 환자의 자세 정보를 DB 서버로부터 가져와 화면에 출력한다.

### 2.3 시스템 설계

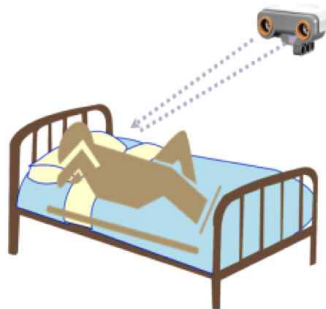


그림 2 욕창 환자의 병실

그림 2는 개인정보수집 동의를 얻은 후 욕창 환자의 병실에 라즈베리파이 카메라를 설치하고 욕창 환자의 자세 데이터를 수집한다. 카메라는 주기적으로 해당 환자의 자세를 위에서 아래로 촬영한다. 촬영된 사진 데이터는 DB 서버에 저장되는데 이때, 각 환자 병실에 달린 라즈베리파이의 ip 주소를 해당 환자의 식별자로 인식한다.

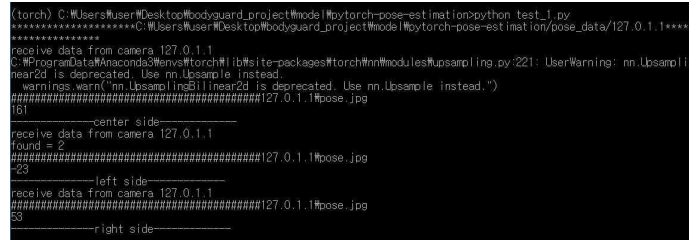


그림 3 자세 판단 프로그램 실행 결과

그림 3은 컴퓨터 비전과 딥러닝을 이용한 자세 판단 프로그램의 결과이다. 욕창 환자의 자세를 판단하는 PC 서버는 DB 서버의 사진 전송만을 위한 데이터베이스인 database 테이블에 사진 데이터가 들어오는지 대기한다. 테이블에 사진 데이터가 들어오면 Pytorch 라이브러리를 사용한 딥러닝 CNN 기술을 이용하여 해당 사진 데이터에서 환자의 몸의 특징점(body point) 18개(얼굴, 목, 오른쪽 어깨, 오른쪽 팔꿈치, 오른손, 왼쪽 어깨, 왼쪽 팔꿈치, 왼손, 오른쪽 골반, 오른쪽 무릎, 오른발, 왼쪽 골반, 왼쪽 무릎, 왼발, 오른쪽 눈, 왼쪽 눈, 오른쪽 귀, 왼쪽 귀, 순서로 몸의 특징점을 추출한다.)와 18개의 특징점을 이어 만든 뼈대를 추출하면 그림 4와 같은 결과를 얻는다[11].

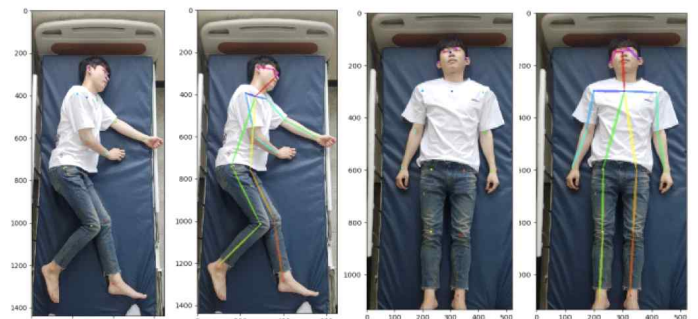


그림 4 18개의 특징점과 뼈대를 추출한 결과

본 논문에서는 추출한 특징점으로부터 컴퓨터 비전 라이브러리 OpenCV를 사용하여 각 자세의 특징점 배치를 분석하는 자세 추정 알고리즘을 구현하여 해당 욕창 환자의 자세를 판단한다. 자세 추정 알고리즘 구현 시 다음 가정을 전제로 한다.

1. 몸을 돌렸을 때 사람의 손의 방향과 몸의 방향과 일치한다.
2. 몸을 돌렸을 때 사람의 양 끝 어깨의 차이가 감소한다.

위의 2가지 가정을 기반으로 18개의 몸의 특징점 위치를 분석하여 자세를 판단할 수 있는 알고리즘을 구현한다. 이 알고리즘은 먼저 몸의 중심인 목의 좌표를 기준으로 양손의 위치가 왼쪽, 오른쪽 또는 각각 양쪽에 있는지를 판단하여 자세를 추정할 수 있다. (가정 1) 양손의 특징점의 좌표가 몸의 중심인 목을 기준으로 오른쪽에 위치하면 오른쪽으로 누웠을 것이고 왼쪽에 위치한다면 왼쪽에 누웠을 것으로 추정한다. 양손의 위치를 확인한 후 양쪽 어깨의 특징점의 차이로 누운 위치를 확실하게 결정한다. (가정 2) 양쪽 어깨의 특징점의 차이가 임의

의 값(정면으로 누웠을 때 양쪽 어깨의 특징점의 차이)보다 작아진다면 몸을 돌려서 누운 것이므로 누운 방향은 손의 위치와 같은 방향이다. 하지만 임의의 값보다 같거나 크다면 손의 위치에 상관없이 정면 자세로 누운 것으로 판단한다.

자세를 판단한 후 해당 자세와 대칭 하는 digit 신호를 DB 서버의 웹 데이터베이스인 webdb 테이블에 카메라라즈베리파이 ip정보, 자세 정보와 시간을 전송한다.



그림 5 웹 어플리케이션 화면

그림 5는 웹을 통해 DB 서버에서 데이터를 받아 주기적으로 해당 욕창 환자의 자세 기록을 볼 수 있다. 날짜와 시간에 따른 환자 자세 정보뿐 아니라 해당 환자의 정보와 병원, 병실, 간호인 정보 등도 볼 수 있다.

### 3. 결 론

본 논문에서 OpenCV와 Pytorch를 이용하여 실시간 욕창 환자 자세 판단 시스템을 구현했다. 본 논문에서 제시한 시스템을 실제 요양병원에 적용한 결과 성공적으로 작동함을 알 수 있었다. 본 논문에서 제시한 욕창 환자 자세 판단 시스템은 센서에 기반한 기존의 제품들보다 경제적이고 효율적인 시스템으로써 욕창 환자 체위변경에 도움을 주고 간호인의 업무 효율을 증대시켜줄 것이라 기대한다.

### 사 사

본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

### 참 고 문 헌

[1] 대한 노인 요양 병원 협회, "춘계학술 세미나", 2010.  
 [2] 황연옥, 노인요양시설 케어리스크 매니지먼트의 최근동향. 노인요양 서비스연구소 세미나 자료집. 2012  
 [3] The National Pressure Ulcer Advisory Panel. National Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP) announces a change in terminology from pressure ulcer to pressure injury and updates the stages of pressure injury. 2016  
 [4] Choi SJ, Bae SY, Choi JY, Bang HJ. Development and predictive validity of pressure ulcer predicting scale for patients with neurologic condition. Journal of Korean Clinical Nursing Research. 2005;11(1):95-108.

[5] K. Kroger, W. Niebel, L. Maier, J. Stausberg, V. Gerber, and A. Schwarzkopf, "Prevalence of pressure ulcers in hospitalized patients in Germany," Data from the Federal Statistical office Gerontology, Vol.55, No.3, pp.281-287, 2009.  
 [6] Lee EJ, Yang SO. Clinical knowledge and actual performance of pressure ulcer care by hospital nurses. Journal of Korean Clinical Nursing Research. 2011;17(2):251-61.  
 [7] Lee JK. The relationship of risk assessment using Braden scale and development of pressure sore in neurological intensive care unit. Journal of Korean Academy of Adult Nursing. 2003; 15(2):267-77.  
 [8] Health Insurance Review & Assessment Service. Disease statistics [Internet]. Seoul: Author; 2014 [cited 2018 May 02].  
 [9] Kim, Hyeon Jeong, Jeong, Ihn Sook. Optimal time interval for position change for ICU patients using Foam mattress against pressure ulcer Risk. J Korean Acad Nurs. 2012 Oct;42(5):730-737.  
 [10] National Pressure Ulcer Advisory Panel, European Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP & EPUAP). (2009). Pressure ulcer treatment recommendations. In: Prevention and treatment of pressure ulcers: Clinical practice guideline. Retrieved May 24, 2012 from <http://www.guideline.gov/content.aspx?id=25139&search=pressure+ulcer>  
 [11] Organisation for Economic Co-operation and Development. OECD Health Care Resources [Internet]. France: OECD; 2015.[cited 2015 November 30].  
 [12] Dave Fang, pytorch-pose-estimation(2017), GitHub repository, <https://github.com/DavexPro/pytorch-pose-estimation>