

## 재활 의료 보조를 위한 딥러닝 기반 무인 의료 시스템의 설계 및 성능평가

최동규<sup>1</sup> · 장종욱<sup>2\*</sup>

### Design and performance evaluation of deep learning-based unmanned medical systems for rehabilitation medical assistance

Donggyu Choi<sup>1</sup> · Jongwook Jang<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Ph.D. Student, Department of Computer Engineering, Dong-Eui University, Busan, 47430 Korea

<sup>2\*</sup>Professor, Department of Computer Engineering, Dong-Eui University, Busan, 47340 Korea

#### 요 약

최근 코로나 상황을 겪으면서 국가들은 의료인력과 그 기술에 대한 필요성을 심각하게 느끼고 있다. 고령화되고 있는 사회에 따라 실제로 의료진의 수는 줄고 있으며, 이러한 문제점을 해결하기 위해서 실제 의사가 하는 의료 행위 중 고도의 전문성을 요구하지 않는 부분을 대체 할 수 있는 연구가 필요하다. 본 논문에서는 존재하는 다양한 딥러닝 영상 처리 기반 기술을 활용하여 의료진이 직접 환자를 대면해야 하는 재활 분야에 적용할 수 있는 회복 상태를 확인하는 업무에 관한 무인 의료 시스템과 관련한 실제 연구 방법들을 서술하고 제안한다. 제안하는 방법은 실제 동작 비교에 사용했던 방법인 각도계나 사진에 선을 긋는 방법과 같은 수동적인 계산을 대체한다. 실시간으로 수행하므로 빠른 진단에 도움을 주며, 동작 수행 일치도에 대한 데이터를 확인할 수 있기에 의료진이 필요한 정보를 쉽게 제공한다.

#### ABSTRACT

With the recent COVID-19 situation, countries are seriously feeling the need for medical personnel and their technologies. Depending on the aging society, the number of medical staff is actually decreasing, and in order to solve this problem, research is needed to replace the part that does not require high expertise among actual medical practices performed by doctors. This paper describes and proposes actual research methods related to unmanned medical systems that use various deep learning image processing-based technologies to check the recovery status applicable to rehabilitation areas where medical staff should face patients directly. The proposed method replaces passive calculations such as a protractor or a method of drawing a line in a photograph, which is the method used for actual motion comparison. Since it is performed in real time, it helps to diagnose quickly, and it is easy for medical staff to provide necessary information because data on the degree of match of motion performance can be checked.

**키워드** : 딥러닝, 영상처리, 객체 인식, 재활 의료, 무인 의료 시스템

**Keywords** : Deep learning, Image processing, Object detection, Rehabilitation medical, Unmanned medical system

Received 18 September 2021, Revised 18 September 2021, Accepted 25 September 2021

\* Corresponding Author Jongwook Jang(E-mail: jwjang@deu.ac.kr, Tel: +82-51-890-1709)

Professor, Department of Computer Engineering, Dong-Eui University, Busan, 47340 Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2021.25.12.1949>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.  
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

## I. 서 론

최근 코로나 바이러스 상황으로 인하여 국내외에서 다양한 문제 상황을 겪고 있다. 그 가운데 제일 심각한 것은 의료와 관련된 사항으로 의료진의 수와 그들의 업무 강도, 병상의 확보 등이 시급한 점이다. 한국의 경우 기존에도 꾸준히 의료의 질과 관련한 문제가 있었으며, 지속 진행되고 있는 고령화 사회와 더불어 환자가 늘어남에 따라 의료인력 또한 추가로 필요하게 되었다[1,2].

의료 행위 중 의사가 환자에게 1:1로 진료하는 부분은 많은 시간이 소요된다. 의료 분야 중 재활과 같은 부분은 의사가 직접 환자에게 소모하는 시간이 많으며, 환자의 회복 정도를 지속 확인해야 하기에 해당 소요를 줄이기가 쉽지 않다[3,4]. 하지만, 실제 의료 인력의 자문 결과 회복 정도 확인의 경우 주관적인 경우가 많기에 이에 관한 지표를 생성할 수 있는 시스템이 있으면 장점이 많을 것으로 예상하였다[5,6].

의사가 진료하는 부분 외에 환자를 관리함에 문제가 있었다. 몸을 제대로 움직이지 못하는 환자의 경우 지속적인 관리를 필요로 하는데 간호 인력의 경우 많은 사람을 확인해야 하며 실시간적인 관리를 하기 어렵다[7,8]. 이러한 경우에 한 번씩 움직여주지 않으면 ‘욕창’과 같은 질환이 생기기 쉬우며, 아주 단순한 이유이지만 살이 썩는 등의 심각한 경우에 이르게 된다.

의료와 관련한 법을 확인하면 실제 의사가 수행하지 않는 진단과 진찰에 관해 매우 강력하게 제재한다. 관련 의료 행위의 경우 대부분 의사를 통하여 수행하지 않으면 불법이며, 의료기기의 경우 진단에 필요한 보조적인 것과 치료와 관련한 행위에 한한다. 그렇기에 직접적인 진단 프로그램의 개발은 현재 문제가 되기 때문에 의료진의 부담을 줄일 수 있는 프로그램의 개발이 필요하다.

본 논문에서는 딥러닝 영상처리를 활용하여 거동이 어려운 환자들에게 간단한 움직임을 통한 재활과 회복 상태확인을 수행할 수 있는 무인 촬영 시스템의 개발 방법을 제안한다. 그 방법으로는 재활 분야에 적용할 수 있도록 실제 병상과 같은 환경에 영상 촬영을 위해 설치하는 방법과 무인 이동체를 통하여 수행하는 방법을 제안하여 그 활용성을 확인한다.

## II. 관련 연구

### 2.1. 국내외 관련 기술 현황

외국의 대표적인 예시로는 IBM사의 왓슨이 있다 [9,10]. 이는 인공지능을 통하여 환자의 상태에 관한 진료기록 데이터를 바탕으로 하여 암을 진단하는 것에 주로 사용되었다. 이것은 2014년 당시 미국의 메모리얼 슬로언케터링 암센터에서 처음 연구로 사용되었으며, 국내에도 많은 관심을 받으며 도입이 되었다. 하지만, 왓슨의 경우 진단에 요구되는 복잡한 과정들을 제대로 소화하지 못하는 단점으로 인하여 사용중지 또는 계약파기가 이어지고 있다[11].



Fig. 1 IBM Watson and VUNO BoneAge are representative examples of artificial intelligence medical use.

그림 1은 인공지능을 활용한 의료 시스템의 예시인 IBM사의 ‘왓슨 헬스’와 VUNO ‘본에이지’를 나타낸다. 왓슨을 시작으로 하여 인공지능 진단에 관한 관심도가 높아지며, 이후 관련 연구가 지속 되어 국내에서는 VUNO사가 대표적으로 개발연구를 진행하고 있다 [12,13]. VUNO사의 ‘본에이지’ 프로그램은 2018년 5월 식품의약품안전처의 허가를 받은 국내 1호 인공지능 의료기기로 골연령 판독을 돕는 소프트웨어이다. 이후 흉부 엑스레이 판독, 흉부 CT 영상 기반 폐결절 스크리닝, 뇌MRI 기반 치매 진단 보조, 안저 진단 보조, 의료 음성 인식 등 8종의 솔루션을 국내에 상용화하고, 유럽과 일본 등에 인증을 받아 도입을 추진하고 있다.

하지만, 대체로 병원에서 사용하는 X-ray 등의 검사 장비를 사용한 이후의 병변을 확인하는 과정을 거치며 환자의 외적인 움직임을 확인하여 상태를 확인하는 장비는 크게 존재하지 않는다.

## 2.2. 대체될 수 있는 진단 범위

보통 의사의 진단은 전반적인 소견을 종합하여 수행된다. 이 과정에서 환자에게 적절한 치료는 무엇이 필요한지 판단하게 되며 상황에 따라 다른 처방이 내려진다. 하지만, 정확하게 구분이 되는 진단의 경우는 상황이 다르다. 예를 들어, 한쪽 팔을 제대로 사용할 수 없는 환자의 경우 입원 첫날 아예 팔을 들 수 없을 때, A라는 재활 동작을 수행하게 하여 치료를 하였다. 다음날, 환자가 일정 가동범위 이상 A 동작을 수행하게 되면 이후 B 동작을 추가하여 치료를 수행하는 등의 절차적인 방법으로 재활을 수행하게 된다. 이와 같은 치료법 판단은 정해진 치료 시나리오가 있을 때, 이것에 관하여 인증된 정확한 방법과 측정이 특정 기기로 된다면 의료진 없이도 필요할 때 진단을 받고 정확한 자세를 도울 수도 있을 것이다.

실제 다른 예시를 살펴보면, 단순 수술 이후 간단한 거동이 가능하나 신체적 반응이 더딘 환자의 경우 누워 있을 시에 일정 시간 동안에 움직이는 것을 잊어버리게 되면 침대에 누리는 부위에 살이 썩는 욕창이 생길 수 있다[14]. 이러한 환자의 경우 현재는 일일이 시간을 맞추어 간호 인력이 확인하거나 상주해야 한다. 일부 움직임이 가능한 환자의 경우 통증 외에 필요한 동작과 정확한 자세를 모를 뿐 알려주어 해결할 수 있지만, 수행을 위해 해당 재활을 수행하기 위해서 1명의 환자에게 필수적으로 1명의 의료인력이 붙는 등의 불필요한 의료의 수가가 소모되고 있다.

## 2.3. 실제 병원의 환경

실제 병원은 환자가 있는 공간 외에 크게 넓은 공간은 존재하지 않는다. 보통 환자가 생활하는 공간은 병실과 그 병실이 존재하는 해당 층 정도이다. 움직임이 불편한 환자의 경우 거동의 회복을 위하여 간단한 운동으로 걷기를 주로 하는 편인데, 이는 병실 밖 복도에서 이루어지는 경우가 많으며 벽에 설치되어있는 손잡이를 잡거나 링거대를 잡고 이동하는 경우가 많다.



Fig. 2 The actual hospital room and hallway image.

그림 2는 실제 병원에서 환자가 상주하는 병실을 촬영한 것이다. 대부분의 병실에서 환자는 누워 생활하며 다른 자세로는 침상 위에 앉아있는 정도이다. 병실 전체를 촬영하는 것은 환자의 상태를 확인하기에 적절하지 않으므로 누워 있는 자세를 좀 더 면밀하게 관찰하는 것이 좋다.

## III. 설계 방법

본 논문에서 제안하는 방법은 각각의 질병과 관련된 문제를 해결하기 위해 수행된다. 딥러닝을 통한 영상처리 수행은 신체 관절 추적, 객체 추적과 같은 이미지 분류의 방법으로 처리된다. 의료기기를 통한 진단은 의사의 결정이 필수적이기 때문에 주 기능은 환자의 상태 및 회복 정도를 확인하는 것에 있다. 기본적으로 딥러닝의 관절추적 모델을 사용하여 데모 프로그램을 수행하였으며, 관절의 추가적 3차원 위치를 확인하기 위하여 깊이를 측정 가능한 Realsense D435 카메라를 사용하였다. 또한, 움직임 연산을 위해서 Openpose와 심도카메라를 활용한 운동 및 재활 동작 관절 각도 연산방법을 사용하였다[15].

### 3.1. 욕창 상태확인

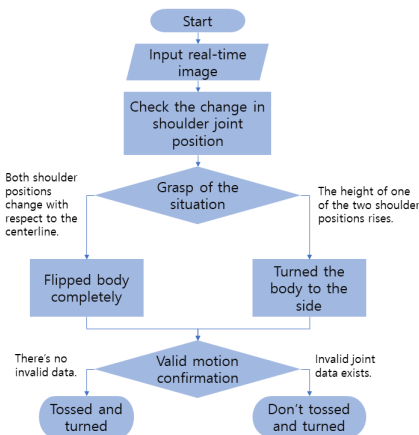
욕창에 관하여 상태를 확인해야 하는 경우는 크게 두 가지로 나뉜다. 첫 번째로 아예 몸을 움직일 수 없는 환자의 경우 한 자세를 오래 유지하는 경우이며, 두 번째로 일부 거동이 가능하나 해당 감각이 무뎠거나 문제가 있는 것을 확인하지 못하는 상태이다. 따라서, 이러한 상

황을 가정하여 측정을 수행해 보았다.



**Fig. 3** To prevent bedsores, the image of turning your body upside down.

그림 3은 관련 상황을 가정하고 데모 프로그램을 제작하여 상태 파악이 가능한지 점검을 해본 결과이다. 데모 프로그램은 사람의 관절 위치를 확인할 수 있는 딥러닝 모델을 사용하였으며, 점검하는 방법을 그림 4와 같은 순서로 수행하였다.



**Fig. 4** Flowchart of checking to prevent bedsores.

먼저 욕창의 경우 어떠한 물체에 장시간 살이 맞닿아 눌러있는 상태가 지속 되면 문제가 생긴다. 환자의 경우는 보통 같은 자세로 계속 누워 있는 것을 가정하여 2가지 상황을 인식할 수 있도록 하였다. 목과 꼬리뼈에 추적된 관절을 중심선으로 하여 양쪽 어깨가 반대로 이동하게 되면 어느 한쪽으로 몸을 돌린 것으로 하였으며, 완전히 돌리지 못하는 상황을 가정하여 깊이 데이터를 활용해 누워서 오래 유지된 자세를 저장하여 변화가 있을 때 움직였음을 확인한다.

### 3.2. 관절 가동범위 확인

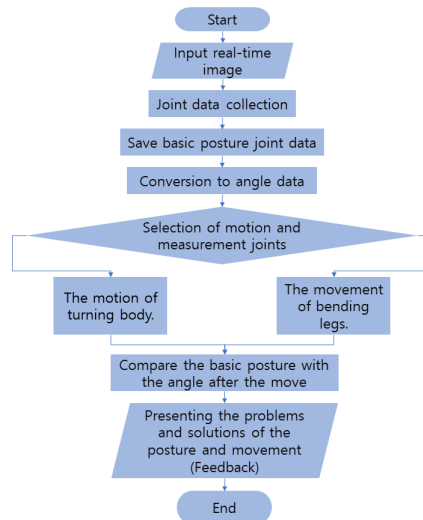
재활은 문제가 있는 움직임을 개선하고자 하는 행위

이다. 하여, 기존에 문제가 있는 정도의 관절 가동범위보다 개선이 되면 차도가 있는 것으로 확인할 수 있다.



**Fig. 5** Performing a demo program to check the range of motion of the joint.

그림 5는 처음 시작의 모습과 어떠한 동작 이후의 모습을 측정 수행한 것이다. 어떠한 동작을 수행하기 전 준비에 해당하는 자세에서 관절의 각도들을 저장한다. 이후 해당 동작을 수행하여 나오는 각도를 확인하고 기존의 각도를 제하면 동작한 각도를 측정할 수 있다. 다음의 그림 6은 이러한 비교 방법에 관하여 전체적인 테스트 시스템을 흐름도로 나타낸 것이다.



**Fig. 6** Flowchart of check the rehabilitation status.

이러한 동작에 따른 관절의 회전 방향 등을 확인하기 위해 의료인력들이 실제로 참고하는 자료를 활용하였



다. 동작에 따라 측정되는 내의 관절이 접하는 부위가 다르며 각도가 증가하는 방향 또한 다르기에 전반적으로 시스템 설계 시 해당 내용을 꼭 확인하여 시스템을 설계해야 할 필요가 있다[16].

#### IV. 시스템 효율성 확인

본 시스템 확인에 앞서 진행된 관절추적을 사용한 유사분야 연구내용들을 확인하였으며, 일반인을 대상으로 한 보행확인이나, 운동의 자세 교정과 같은 내용은 진행되었으나 재활과 같은 분야는 병원에서의 사용 특수성으로 인하여 많이 진행되지 못하였다[17,18]. 설계 후 테스트 수행은 임시로 테스트베드를 구축하여 수행하였다. 관절 각도의 경우 딥러닝의 결과에 따라 일부 달라지는 부분이 있어 해당 동작을 수행했는지 또는 처음에서 얼마나 움직였는지 정도를 확인하는 방법을 사용하였다.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Nose_X	Nose_Y	Nose_Z	Neck_X	Neck_Y	Neck_Z	RShoulder	RShoulder	RShoulder
2	-0.19594	-0.56314	2.101663	-0.20224	-0.28804	2.127352	-0.41426	-0.3057	2.175119
3	-0.19254	-0.56294	2.101797	-0.20218	-0.28796	2.126717	-0.4138	-0.30536	2.172698
4	-0.18845	-0.5635	2.102617	-0.20216	-0.28793	2.126546	-0.41381	-0.30537	2.172728
5	-0.18427	-0.56204	2.104156	-0.20196	-0.28765	2.124491	-0.41366	-0.30526	2.171955
6	-0.18042	-0.56142	2.10404	-0.20176	-0.28735	2.122342	-0.41378	-0.30534	2.172559
7	-0.17704	-0.56176	2.105336	-0.20178	-0.28739	2.122608	-0.41375	-0.30532	2.172404
8	-0.17393	-0.56234	2.105402	-0.20174	-0.28733	2.122147	-0.41395	-0.30547	2.173463
9	-0.17111	-0.56277	2.105162	-0.20166	-0.28721	2.121232	-0.41376	-0.30532	2.172407
10	-0.16859	-0.56325	2.105246	-0.20163	-0.28717	2.120909	-0.41377	-0.30533	2.172466
11	-0.1664	-0.56399	2.106521	-0.20153	-0.28702	2.119818	-0.41414	-0.30561	2.17442
12	-0.16438	-0.56444	2.106869	-0.20144	-0.28689	2.118836	-0.41436	-0.30575	2.175578
13	-0.16256	-0.56485	2.107182	-0.20145	-0.28692	2.119052	-0.41412	-0.30558	2.17431
14	-0.16092	-0.56521	2.107464	-0.2014	-0.28684	2.118447	-0.41438	-0.30577	2.175679
15	-0.15953	-0.56584	2.108818	-0.20135	-0.28676	2.117902	-0.41431	-0.30572	2.175311
16	-0.1582	-0.56611	2.108936	-0.20151	-0.287	2.119602	-0.41438	-0.30578	2.17568
17	-0.15697	-0.56625	2.108642	-0.20142	-0.28687	2.118642	-0.41425	-0.30569	2.175012
18	-0.15589	-0.56647	2.108778	-0.20155	-0.28705	2.119978	-0.41422	-0.30566	2.174811
19	-0.15492	-0.56668	2.1089	-0.20153	-0.28703	2.119978	-0.41428	-0.30571	2.17513
20	-0.15417	-0.56735	2.11081	-0.20161	-0.28713	2.120602	-0.41424	-0.30568	2.174917
21	-0.15347	-0.56787	2.112229	-0.20154	-0.28703	2.119842	-0.41445	-0.30582	2.176025

Fig. 7 Results from real-time tracking of the actual patient's behavior.

그림 7은 실제 관절 데이터가 처음 들어오게 되면 나타나는 좌표점으로 변환하여 출력한 것이다.

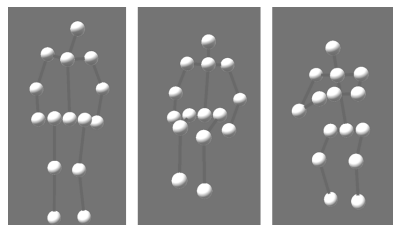


Fig. 8 Demo results represented by connecting actual coordinate data with lines.patient's behavior.

그림 8은 해당 좌표가 제대로 추적되고 있는지 확인을 위해 관절 데이터를 가져와 좌표점을 이어본 것이다. 데모 프로그램은 추후 피드백이 가능한 UI 프로그램 제작을 위하여 딥러닝과 같은 기능은 Python으로 제작하고 C#을 사용한 유니티를 활용하여 데이터를 변환한 결과로 일반적인 해상도 상의 좌표로 나타나지 않으며, 유니티 가상공간 내의 좌표데이터를 사용한다.

Table. 1 Result data according to shoulder positioning.

Case (People)	Request	The actual move	Measurement angle	Moving Check
A	Flip	180°	176°	Y
B	supine position	0°	2°	N
C	supine position	20°	23°	N
D	lateral decubitus	80°	76°	Y
E	Flip	180°	182°	Y
F	supine position	30°	34°	N
G	Flip	180°	177°	Y
H	lateral decubitus	90°	86°	Y
I	lateral decubitus	75°	71°	Y
J	supine position	0°	3°	N

표 1은 실제로 누워서 좌우로 뒤집거나 절반 정도 돌아누웠을 때 유효성을 나타내기 위한 결과를 나타낸다. 절반 정도 돌아누웠을 때 정확성을 높이기 위해서 왼쪽 어깨에서 몸의 중심선까지의 좌표점 거리와 한쪽 어깨가 처음 위치보다 높아졌을 때의 거리가 1.7배 이상 올라가면 동작을 수행한 것으로 하였다. 이유는 육창을 해결하기 위해서 살이 맞닿아 있는 부분을 멀리 떨어뜨렸을 것으로 판단했기 때문이다. 10명의 인원에게 도움을 요청받아 각각 다른 자세를 요청했으며, 대체로 몸을 뒤척이는 것을 쉽게 측정해내었다.

Table. 2 As a result of moving the leg, the angular value of the data.

Case(People)	lifted leg position	Degree(Hip/Knee)
A	Right (Basic posture average degree 170 / 175)	100° / 121°
B		113° / 117°
C		121° / 129°
D		115° / 117°
E		115° / 123°
F	Left (Basic posture average degree 170 / 175)	109° / 112°
G		96° / 105°
H		111° / 112°
I		105° / 107°
J		109° / 114°

표 2는 10명의 인원에게 양쪽 다리를 앞듯이 굽히는 동작을 하여 특정 다리의 데이터를 확인한 것이다. 기본적으로 사람의 다리는 옆 모습에서 엉덩이 중간지점에서 무릎 끝(Hip), 무릎 끝과 바닥 면까지(Knee) 2개의 각도를 보면 180도로 똑바르지 않기 때문에 평균적인 값으로서 있는 자세에서 엉덩이에서 무릎 끝은 약 170도, 무릎 끝에서 바닥까지는 약 175도의 각도로 시작하는 것으로 하였다. 각도마다 90도에 가까워질수록 많이 굽혀짐을 의미한다. Hip의 각도보다 Knee의 각도는 같이 굽혀질 때 균형을 잡기 위해 인체 구조상 더 굽혀지기 어려운 구조로 될 굽혀짐을 알 수 있다. 간혹 데이터 중 두 개의 각도가 역전되거나 이상한 값이 입력되었는데 이는 딥러닝 연산 상에 오류가 나는 것으로 필터링 작업을 수행하게 되면 완벽하게 해결할 수는 없으나, 평균값으로 수행할 수 있게끔 변환할 수 있었다.

전반적으로 의료진이 확인할 때 사용하는 측정 수치와 매우 유사하나 모든 값이 완벽하게 측정되거나 들어오는 것은 아니었으며, 간단한 동작의 수행과 해당 동작을 했는지 등의 측정에서 의료인력이 직접 수행하지 않아도 해결될 수 있는 부분에 관하여 일부 대체할 만큼의 수치임을 확인하였다. 다만, 관련 콘텐츠 프로그램의 개발이나 하드웨어의 보급 등의 소모적인 요소의 해결은 필수적이다.

## V. 결 론

본 논문에서는 딥러닝 기반 영상처리 시스템을 설계를 제안하여 현 의료 수가에 문제가 있는 점을 개선하기 위한 대체 프로그램을 도입하여 수행하는 방법을 제안하였다. 기존의 방법들은 의사가 직접 시간을 내어 각도와 문서, 그리고 평균적인 지표들을 토대로 결과를 봐야하는 불편함이 존재하였다. 환자를 직접 대면하여 진찰을 수행하는 방법에서 벗어나 원격으로도 수행할 수 있으며 실시간 측정이 가능하기 때문에 시간적 절약과 데이터를 보존하는 것에 있어서 매우 효율적이다. 또한, 환자도 함께 수치적인 결과를 확인할 수 있기에 의료 행위의 신뢰도 또한 높아진다. 다만, 전반적인 상태 관리 차원에서의 촬영은 개인정보보호가 중요하므로 환자와 보호자의 동의하에 설치하거나, 설치 이후 환자가 필요할 때에 카메라 동작을 수행하는 등 사생활 보호

작업이 필수적으로 동반되어야 한다.

더욱 개선하여 기능을 수행할 실질적인 의료 프로그램은 법적으로 많은 검증과정을 거쳐야 하기에 해당하지는 않지만, 관련 기능을 보조로 수행할 수 있는 본 방법을 재활의학과 의료진을 통해 확인하였다. 단기간 내 법률 등이 바뀌기는 어렵지만, 해당 연구를 통하여 관련 분야 개발이 활발히 이루어질 수 있을 것이라 기대한다.

## ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by the BB21plus funded by Busan Metropolitan City and Busan Institute for Talent & Lifelong Education(BIT). And, this research was supported by the MSIT (Ministry of Science and ICT), Korea, under the Grand Information Technology Research Center support program(IITP-2021-2020-0-01791) supervised by the IITP(Institute for Information & communications Technology Planning & Evaluation). And, this work was supported by Dong-eui University Grant. (202101940001)

## REFERENCES

- [ 1 ] Yonhap news. The shortage of beds and medical personnel for confirmed patients in Ulsan due to a series of mass and serial infections [Internet]. Available: <https://www.yna.co.kr/view/AKR20201209135600057>.
- [ 2 ] YTN. Severe patients are at their highest levels every day...Medical staff, "The current manpower is almost at its limit" [Internet]. Available: [https://www.ytn.co.kr/\\_ln/0103\\_202111121623454248](https://www.ytn.co.kr/_ln/0103_202111121623454248).
- [ 3 ] Kwangju news. Lack of child rehabilitation hospitals... Children with disabilities who became "medical refugees" [Internet]. Available: <http://www.kwangju.co.kr/read.php3?aid=1504623600612863006>.
- [ 4 ] Dailymedi. Due to a lack of nursing staff, Hongseong Medical Center of Rehabilitation part was eventually closed [Internet]. Available: <http://www.dailymedi.com/detail.php?number=833313>.
- [ 5 ] S. W. Jeon, H. D. Han, J. G. Kim, and H. K. Jung, "Cloud-based anthropometric data monitoring system," *Journal of*

- the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 24, no. 9, pp. 1209-1214, sep. 2020.
- [ 6 ] Y. R. Lee, H. W. Kim, M. T. Hwang, and D. G. Park, "Classification of sleep breathing sounds based on machine learning using breath sounds," in *Proceeding of the 2019 Korea Computer Science Association Conference*, Jeju:JJ, pp. 1017-1019, 2019.
- [ 7 ] Medical today. Suspicion of neglecting the management of residents in nursing hospitals...“The old mother in her 70s is about to amputate her leg” [Internet]. Available: <http://www.mdtoday.co.kr/mdtoday/index.html?no=428620>.
- [ 8 ] Kukinews. The difference in the incidence of malnourished inpatients' bedsores by 5 times...“Need to take care of health” [Internet]. Available: <http://www.kukinews.com/news/View/kuk201903060370>.
- [ 9 ] IBM. IBM Watson-health [Internet]. Available: <https://www.ibm.com/kr-ko/watson-health>.
- [10] K. Y. Lee and J. H. Kim, "Artificial Intelligence Technology Trends and IBM Watson References in the Medical Field," *Korean medical education review* vol. 18, no. 2, pp. 51-57, 2016.
- [11] Dailymedi. Artificial intelligence (AI) doctor's future sense of touch ... 1st generation Watson exit? [Internet]. Available: <http://www.dailymedi.com/detail.php?number=874533>.
- [12] VUNO. BoneAge [Internet]. Available: <https://www.vuno.co/boneage>.
- [13] K. S. Ahn, B. Bae, and W. Y. Jang, "Assessment of rapidly advancing bone age during puberty on elbow radiographs using a deep neural network model," *European Radiology*, vol. 31, pp. 8947-8955, June. 2021.
- [14] H. R. Kwak and J. Y. Kang, "Pressure Ulcer Prevalence and Risk Factors at the Time of Intensive Care Unit Admission," *Korean Journal of Adult Nursing*, vol. 27, no. 3, pp. 347-357, June. 2015.
- [15] D. G. Choi and J. W. Jang, "A Study On Joint Angle Calculation Method of Exercise and Rehabilitation Movement Using OpenPose with Depth Camera," in *Proceeding of the 2019 Korea Information and Communication Association Autumn Conference*, Busan:BS, pp. 14-17, 2019.
- [16] Diagnosis & Evaluation in physical therapy for musculoskeletal system Compilation Committee, *Diagnosis & Evaluation in physical therapy for musculoskeletal system*, 2<sup>nd</sup> ed. Seoul, SU: Hyunmunsa, 2018.
- [17] W. J. Lee, K. J. Ju, J. H. Choi, J. W. Kim, and S. S. Yoon, "Walking Pattern Estimation using OpenPose and HumanoidRobot Model," in *The 35th conference of the Control Robot System Society*, Sokcho:SC, pp. 148-149, 2020.
- [18] J. H. Han, J. H. Choi, and G. M. Park, "A fitness posture correction program using the Openpose library," in *2018 Autumn Conference of the Korea Broadcasting and Media Engineering Association*, Seoul:SU, pp. 48, 2018.



**최동규(Donggyu Choi)**

동의대학교 소프트웨어융합학과 공학석사  
 現, 동의대학교 컴퓨터공학과 박사과정  
 ※관심분야 : 딥러닝, 헬스케어, 의료 데이터분석, 영상처리



**장종욱(Jongwook Jang)**

부산대학교 컴퓨터공학과 공학박사  
 한국전자통신연구소 연구원  
 現, 동의대학교 컴퓨터공학과 교수  
 ※관심분야 : 유무선통신시스템, 자동차네트워크, 블록체인, 딥러닝