

모바일 기반의 ‘근감소증’ 예측 및 모니터링 시스템 설계 및 구현

강현민[†], 박채은^{**}, 주미니나^{***}, 서석교^{****}, 전용관^{*****}, 김진우^{*****}

Design and Implementation of a Mobile-based Sarcopenia Prediction and Monitoring System

Hyeonmin Kang[†], Chaieun Park^{**}, Minina Ju^{***}, Seokkyo Seo^{****},
Justin Y. Jeon^{*****}, Jinwoo Kim^{*****}

ABSTRACT

This paper confirmed the technical reliability of mobile-based sarcopenia prediction and monitoring system. In implementing the developed system, we designed using only sensors built into a smartphone without a separate external device. The prediction system predicts the possibility of sarcopenia without visiting a hospital by performing the SARC-F survey, the 5-time chair stand test, and the rapid tapping test. The Monitoring system tracks and analyzes the average walking speed in daily life to quickly detect the risk of sarcopenia. Through this, it is possible to rapid detection of undiagnosed risk of undiagnosed sarcopenia and initiate appropriate medical treatment. Through prediction and monitoring system, the user may predict and manage sarcopenia, and the developed system can have a positive effect on reducing medical demand and reducing medical costs. In addition, collected data is useful for the patient-doctor communication. Furthermore, the collected data can be used for learning data of artificial intelligence, contributing to medical artificial intelligence and e-health industry.

Key words: Sarcopenia, Diagnostic, Digital Bio-Marker, Healthcare, e-Health

1. 서 론

최근, 의료 기술 발달에 따라 평균 수명이 증가하여 노화로 인한 질병(disease)을 겪는 환자들이 증가

하고 있다. 대부분 건강 문제는 급성질환보다는 대부분 만성질환으로써, 단계적으로 증상이 발생하며 장기간에 걸쳐 건강 상태가 점차 악화하여 치료 및 관리가 매우 복잡한 양상을 띠게 된다[1]. 즉, 건강 상태

※ Corresponding Author : Jin Woo Kim, Address: (03722) Yonsei University School of Business 502, Yonsei-ro 50, Seodaemun-gu, Seoul, Korea, TEL : *** - **** - ***** E-mail : jinwoo@haii.io

Receipt date : Jan. 24, 2022, Revision date : Feb. 15, 2022
Approval date : Mar. 3, 2022

[†] HCI Lab, Yonsei University

(E-mail : kanghyeonmin@gmail.com)

^{**} HCI Lab, Yonsei University

(E-mail : chaieun1227@gmail.com)

^{***} HCI Lab, Yonsei University

(E-mail : wnalslsk@gmail.com)

^{****} Department of Obstetrics and Gynecology, Yonsei University College of medicine
(E-mail : tudeolseo@yuhs.ac)

^{*****} Department of Sport Industry, Yonsei University
(E-mail : jjeon@yonsei.ac.kr)

^{*****} HCI Lab, Yonsei University

※ This research was supported by Basic Science Research Program through the ICONS(Institute of Convergence Science), Yonsei University Science and Technology.

※ This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education (NRF-2016R1D1A1B02015987).

악화에 대한 인지가 늦어질수록 고령자의 삶의 질은 저하되고 장기적인 치료를 요하게 되어, 의료에 대한 수요 증가 및 전체 의료비 증가로 이어진다[2].

노화에 따른 생리학적 변화는 매우 다양하다. 그 중, 근육량의 감소(muscle mass)는 노화에 따른 대표적인 변화 중 하나이다[3-4]. 근육량의 감소는 낙상, 신체 기능 저하, 허약, 사망을 포함한 부작용 증가와도 큰 관련이 있다[5]. 나아가, 고혈압과 같은 심혈관질환의 발생을 증가시킬 뿐만 아니라 폐 기능을 저하시키고 치매 등 사고 장애의 위험요인이 된다[6-8]. 이처럼 노화에 따른 근육량의 감소는 그 심각도(severity)가 높다고 할 수 있다. 실제로, 2016년 미국(IDC-10-CM), 2021년 한국(KCD-8)에서는 '근감소증(Sarcopenia)'에 대해 신규 질병 코드를 부여했다.

현재, 고령자가 노화에 따른 근육량 감소를 인지하기 위해서는 주기적으로 병원에 방문하여 검사를 진행하여야 한다. 병원을 통한 검사는 비용을 유발하여 경제적 부담을 증가시킨다. 또한, 특정 시점의 검사는 검사 당일 검사자의 컨디션 등 여러 변수에 영향을 받을 수 있다. 따라서, 검사 결과의 신뢰도를 높이기 위해서는 연속적인 데이터를 이용하여 평가할 필요가 있다[9].

본 연구는 별도의 외부 장치 없이 모바일 디바이스만 활용하여 근감소증에 대한 모니터링 및 예측 시스템을 설계하고 구현하였다. 이때, 미국과 달리 현행 국내 의료법상 '진단'은 의사의 고유 권한이므로 구현된 예측 시스템은 진단이 아닌 가능성을 예측한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 구현된 근감소증 예측 시스템 및 모니터링 시스템의 이론을 소개한다. 3장에서는 구현 내용과 알고리즘을 설명

하며, 4장에서는 시스템의 기술적 신뢰도 평가를 진행한다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. 이 론

2.1 근감소증 예측 시스템

근감소증은 질병코드 M62.5로 노화에 따라 발생하는 근육량의 손실과 근력의 약화를 말한다[10]. 근감소증 예측 시스템은 다양한 평가를 통해 질병의 가능성을 예측하는 역할을 한다. 원장원(2020)에 따르면 병원 등 의료기관에서의 근감소증 진단은 Fig. 1과 같은 과정으로 이루어진다.

먼저 환자 발견을 위한 '종아리둘레(Calf circumference) 측정'이나 'SARC-F(Simple Questionnaire to Rapidly Diagnose Sarcopenia) 설문'을 이용하며, 일반적으로 'SARC-F 설문'을 주로 이용한다. 'SARC-F 설문'은 높은 특이도와 높은 음성 예측도를 보여 근감소증을 간단히 배제하는 데 유용하다[11,12]. 둘 중 하나라도 기준에 들 경우, '악력(Handgrip strength) 평가'나 '5회 의자에서 앉았다 일어서기 평가(5 Time chair stand test)'를 수행하여 하나라도 기준에 포함되면 추정 근감소증으로 진단한다. 이때, '5회 의자에서 앉았다 일어서기 평가'는 신체 수행 능력(confirm physical performance) 평가의 한 종류로서 대상자가 무릎 높이의 의자에 앉아 양팔을 가슴에 교차하게 한 상태로 가능한 한 빨리 앉았다 일어났다 5회를 수행하는데 소요되는 시간을 측정한다. 나아가, '이중에너지 X선 흡수계측법(dual energy X-ray absorptometry, DXA)'를 이용한 근육량 측정 또는 인바디(Inbody)로 통용되는 '생체 전기 임피던스 측정기법(bioelectrical impedance analysis, BIA)'을 거친다면 확정 진단 및 질병의 심각도를 평가할 수 있다[13].

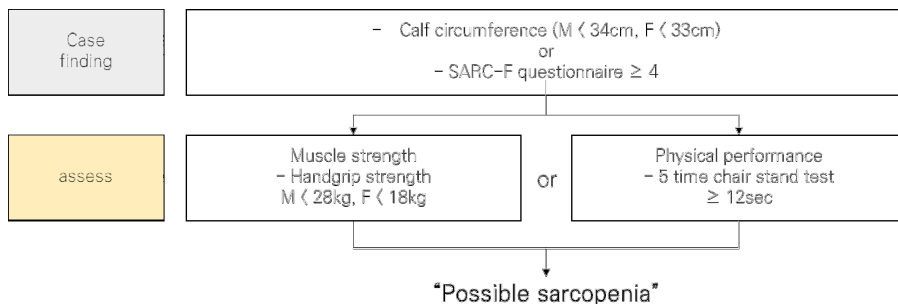


Fig. 1. The process of diagnosing sarcopenia.

본 연구팀은 예측(추정 진단)과정을 의료 기관에 방문하지 않고 모바일 디바이스를 통해 진행할 수 있도록 했다. 하지만, 약력의 경우 별도의 하드웨어 장치 없이 모바일 디바이스만을 활용하여 평가하는 것은 한계가 있다. 따라서 본 연구팀은 Barrios(2020)의 약력과 신속 태핑(rapid tapping)간의 상관관계를 확인한 선행 연구에 근거하여 ‘약력 평가’를 ‘신속 태핑 평가’로 대체하였다[14]. 그러나 이로 인해 표준 진단 과정을 벗어날 우려가 있으므로 ‘약력 평가’를 대체할 수 있는 ‘5회 의자에서 앉았다 일어서기 평가’ 또한 포함하였다.

2.2 근감소증 모니터링 시스템

근감소증 모니터링 시스템은 추적된 디지털 바이오마커를 활용하여 질병에 대한 위험을 빠르게 감지하는 역할을 한다. 바이오마커란, 몸 안의 변화를 알아내는 지표로서 질병의 중증도 또는 위험을 평가하여 진단을 제공하는 데 활용된다[15-16]. 디지털 바이오마커는 디지털 도구를 통해 수집된 소비자의 생리학적 및 행동 측정과 관련된 데이터를 의미하며, 그 예로는 ‘심박변이도(HRV), 시선추적(eye-tracking), 음성(voice)’ 등이 있다.

본 연구팀은 일상생활 속에서 모바일 디바이스만 이용하여 근감소증과 관련된 디지털 바이오마커를 추적할 수 있도록 했다. 나아가, 디지털 바이오마커 분석 결과를 근감소증 예측 시스템의 트리거(Trigger)로 활용했다. 구현된 모니터링 시스템에서 추적하는 디지털 바이오마커는 ‘보행 평균 속도(average

walking speed)’이다.

3. 제안한 방법

3.1 근감소증 예측 및 모니터링 시스템의 개요

본 논문에서 설계하고 구현한 예측 시스템에 포함되는 방법은 총 3가지로, 과학적(임상적) 근거 유무를 기준으로 선정하였다. 디지털 치료기기 허가·심사 가이드라인(2020)에 따르면 근거의 종류에는 ‘임상의료지침(CPG), 임상 논문, 임상시험 자료’가 있다. ‘SARC-F 설문, 5회 의자에서 앉았다 일어서기 평가’ 방법은 실제 의료 기관에서 근감소증 진단에 사용되는 방법이며, ‘신속 태핑 평가’는 임상시험 자료가 있는 방법이다.

구현된 근감소증 예측 시스템은 Fig. 2와 같은 순서로 진행된다. 먼저, 환자 발견을 위한 ‘SARC-F 설문’의 평가 기준에 따라 총점이 3점 이하인 경우 근감소증 가능성을 배제한다. 4점 이상일 경우 ‘5회 의자에서 앉았다 일어서기 평가’를 수행한다. ‘5회 의자에서 앉았다 일어서기 평가’에 소요되는 시간이 12초 이상일 경우 근감소증 가능성이 있다고 예측한다. 이때, 소요되는 시간이 12초 미만일 경우라도 근감소증 가능성을 배제하지 않고 ‘신속 태핑 평가’를 추가로 진행한다. ‘신속 태핑 평가’는 500회 태핑에 소요되는 시간을 측정하며 소요 시간이 120초 이상일 경우 근감소증 가능성이 있다고 예측하고 120초 미만일 경우 근감소증 가능성을 배제한다. 즉, 근감소증 예측 시스템을 통해 도출되는 결과 및 기준은 Table 1과 같다.

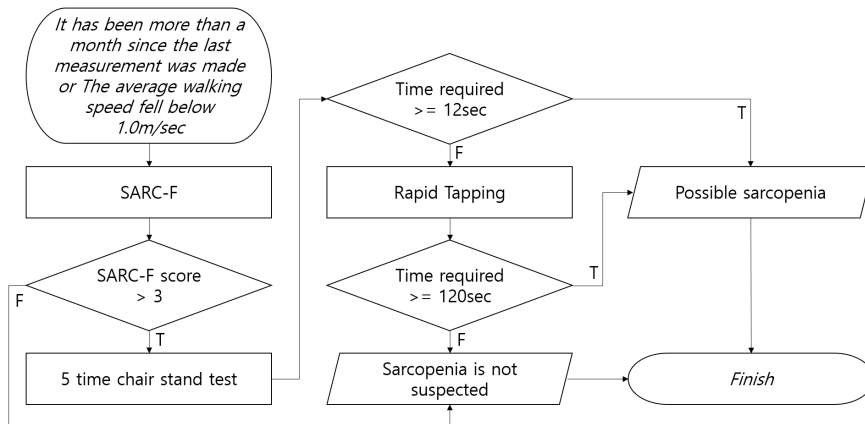


Fig. 2. System structure for predicting sarcopenia.

Table 1. Final result and criteria.

Result	Criteria
Possible sarcopenia	SARC-F ≥ 4 && 5 Time chair stand test ≥ 12 sec Rapid Tapping ≥ 120 sec
Sarcopenia is not suspected	SARC-F < 4 Rapid Tapping < 120 sec

본 논문에서 설계하고 구현한 모니터링 시스템이 추적하는 디지털 바이오마커는 1가지로, 이 또한 과학적(임상적) 근거 유무를 기준으로 선정하였다. '보행 평균 속도'는 많은 선행 임상 연구들을 통해 근감소증과 높은 상관관계가 확인되었으며, 실제 의료 기관에서도 진단 및 심각도 평가에 사용하는 척도이다 [17]. '보행 평균 속도'를 측정하기 위한 거리는 의료 기관의 공간적 여유에 따라 다르게 설정할 수 있으나 일반적으로 4 m - 8 m로 설정한다. 반면, 본 연구팀이 설계하고 구현한 시스템은 사용자의 일상생활 속에서 '보행 평균 속도'를 추적함으로써, 측정을 위한 공간적 제약이 해소된다.

구현된 근감소증 모니터링 시스템은 사용자가 운동 등 걷기 활동을 할 때 실행할 수 있다. 일반적으로 가속 구간을 제외한 '보행 평균 속도'가 1.0 m/sec 이하일 때 근감소증 가능성이 높다고 판단한다[18]. 따라서 구현된 모니터링 시스템은 당일 걷기 활동에서 추적된 '보행 평균 속도'가 1.0m/sec 이하일 경우 근감소증 위험이 발견되었다고 판단하며, 근감소증 예측 시스템 사용은 다음 두 가지 상황에서 권유되도록 구현되었다(Table 2).

첫 번째 상황은 모니터링된 디지털 바이오마커 분석 결과 근감소증 위험이 발견된 경우이다. 이는 근감소증 위험이 발견되어 근감소증 가능성을 보다 체계적으로 예측하기 위함이다. 두 번째 상황은 사용자가 근감소증 예측 시스템을 사용한 지 한 달 이상 경과했을 경우이다. 이는 모니터링된 디지털 바이오마커 분석 결과 근감소증 위험이 발견되지 않았지만, 근감소증 가능성을 완전히 배제하지 않기 위함이다.

3.2 시스템 구현

3.2.1 보행 평균 속도 (Average walking speed)

보행 평균 속도 모니터링은 GPS(Global Positioning System) 센서를 이용한다. '보행 평균 속도'는 '근감소증 예측 시스템' 동작의 트리거로서, 일상생활 속에서 추적된다. '속도(v) = 이동 거리(s)/시간(t)'이므로 단위 시간 동안 이동한 거리를 이용하여 '보행 평균 속도'를 산출한다. 구현된 시스템에서는 단위 시간을 200초로 설정하였다. 따라서, 200초 동안 이동한 거리가 200 M 이하일 경우 '보행 평균 속도'는 1.0 m/sec 이하가 된다. '근감소증 모니터링 시스템' 구현 화면 및 알고리즘은 Fig. 3과 같다.

모니터링은 사용자의 보행 상황에서 '시작 버튼'을 누름으로써 시작(status == true)한다. 시스템은 설정된 단위 시간마다 이동 거리(analysis_distance)를 계산한다. 단위 시간과 이동 거리를 활용한 단위 시간 동안 보행 평균 속도가 1.0 m/s 이하로 산출될 경우에는 카운트(count)를 증가시킨다. 사용자가 보행을 종료했을 때, 총보행 시간을 단위 시간으로 나누어 몫을 구하고, 이는 총구간 수(total_count)를 의미한다. 최종적으로 산출된 카운트가 총구간 수의 60% 이상이면, 보행 평균 속도가 1.0 m/s 이하인 구간이 총 이동 거리에서 60% 이상이라고 볼 수 있다. 이때, 시스템은 사용자에게 '근감소증 예측 시스템' 사용을 권유한다. 추가적으로, 본 연구팀은 보행 감지 센서를 통한 걸음 수 측정도 가능하도록 구현하였다.

3.2.2 SARC-F 설문 (Simple Questionnaire to Rapidly Diagnose Sarcopenia)

'근감소증 예측 시스템'은 'SARC-F 설문'으로 시

Table 2. Criteria for executing diagnostic devices.

Case	Criteria
1	The average walking speed fell below 1.0m/sec
2	It's been more than a month since the last measurement was made

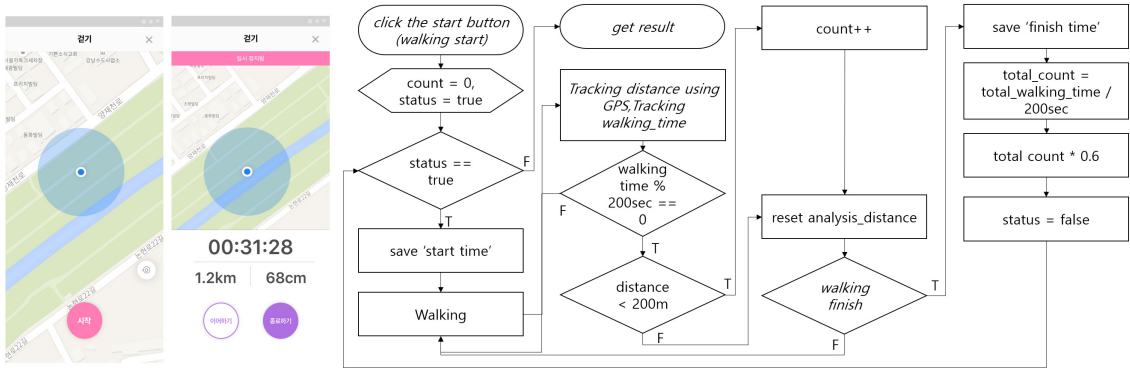


Fig. 3. Average walking speed algorithm and Realized screen.

작된다. ‘SARC-F 설문’ 구현 화면 및 알고리즘은 Fig. 4와 같다.

SARC-F 설문지는 총 5문항으로 구성되어 있으며, 각 문항은 3개의 답변으로 이루어진 객관식 형태이다. 3개의 답변은 각각 0점, 1점, 2점의 점수가 부여되어 있으며 모든 문항에 대한 응답이 완료될 때까지 선택된 답변에 부여된 점수(score)를 합산한다. 모든 응답 완료 후 산출된 점수의 총합(total_score)이 4점 이상일 경우 ‘5회 의자에서 앉았다 일어서기’ 평가를 진행하며, 아닐 경우 근감소증 가능성을 배제하고 근감소증 예측 시스템을 종료한다.

3.2.3 5회 의자에서 앉았다 일어서기 평가 (5 Time chair stand test)

‘5회 의자에서 앉았다 일어서기 평가’의 자세 변화 감지는 자이로 센서(gyro sensor)를 이용한다. 자이로 센서는 측정 환경 및 모바일 디바이스에 따라 민감도 등의 차이가 존재할 수 있다. 따라서 평가 전

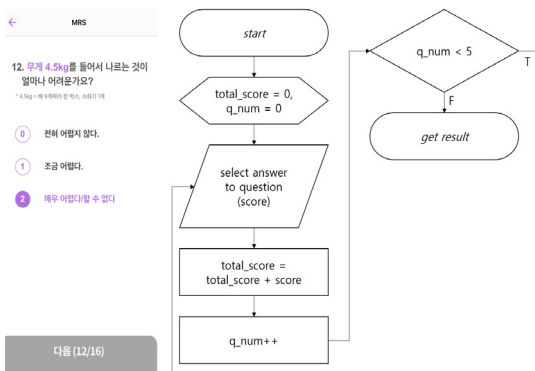


Fig. 4. SARC-F algorithm and Realized screen.

별도의 ‘세팅 과정’이 필요하다. 세팅 및 평가 과정에서 사용자가 모바일 디바이스를 조작할 경우, 정확한 측정이 이루어지지 않을 수 있으므로 모든 과정은 보이스 인터랙션(voice interaction)을 통해 진행된다. ‘5회 의자에서 앉았다 일어서기’ 평가 구현 화면 및 알고리즘은 Fig. 5와 같다.

평가는 ‘시작 버튼’을 클릭함으로써 시작(status == true)되며, 세팅 과정 이후 본 평가가 진행된다. ‘세팅 과정’은 먼저 일어선 자세와 앉은 자세 각각의 yaw, roll 값을 추출하여 자세 변화에 따른 ‘yaw, roll 값 차이’의 절댓값을 계산한다. 이후, 계산된 각각의 값에 허용 오차(err_range)를 부여하여 자세 변화 감지를 위한 Cut-off 점수(yaw_cutoff, roll_cutoff)를 산출한다. 이때 본 연구팀은 30%의 오차를 허용하였으며, 본 평가는 Cut-off 점수가 큰 값을 기준으로 자세 변화를 감지한다. 이렇게 ‘세팅 과정’이 종료된 후 본 평가가 시작되며 변화된 자이로 센서 값이 Cut-off 점수를 넘어섰을 때 자세 변화(position)가 있다고 판단한다. 앉은 자세에서 일어선 자세로 변화될 때 카운트(count)를 증가시키며, 카운트 값이 5가 되었다면 평가를 종료하고 소요 시간(duration_time)을 계산한다. 산출된 소요 시간이 12초 이상일 경우 근감소증 가능성이 있다고 예측하며, 아닐 경우 근감소증 가능성을 배제하지 않고 ‘신속 태핑’ 평가를 진행한다.

3.2.4 신속 태핑 (Rapid Tapping)

약력 측정을 대체하기 위한 ‘신속 태핑’ 평가는 화면에 나타나는 두 개의 버튼을 검지와 중지로 번갈아가며 총 500회 터치하는데 소요되는 시간을 측정한다

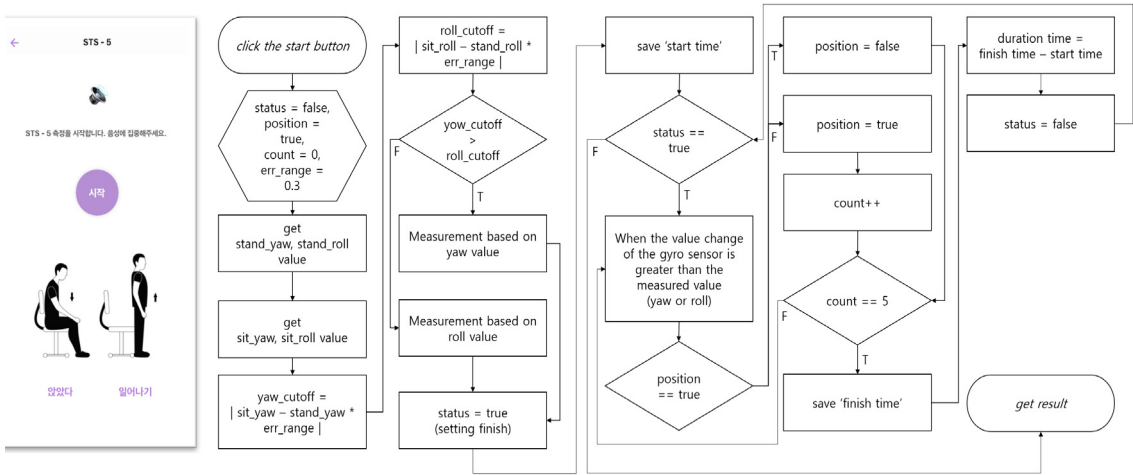


Fig. 5. 5 Time chair stand test algorithm and Realized screen.

다. '신속 태핑' 평가 구현 화면 및 알고리즘은 Fig. 6과 같다.

평가는 '시작 버튼'을 클릭함으로써 시작(status == true)된다. 버튼 클릭 이벤트가 발생할 때마다 카운트(count)를 증가시키며, 500회 태핑이 완료되면 평가를 종료하고 소요 시간(duration_time)을 계산한다. 산출된 소요 시간이 120초 이상일 경우 근감소증 가능성이 있다고 예측하며, 아닐 경우 근감소증 가능성을 배제한다. 본 평가를 마지막으로 '근감소증 예측 시스템'의 예측 결과를 사용자에게 고지한다.

4. 실험 결과 및 고찰

본 연구팀은 시스템의 핵심 기능을 고려하여 구현된 시스템의 기술적 신뢰도 평가를 수행하였다. 4개의 핵심 알고리즘에 대해 테스트를 각각 20회씩 수행하였으며 그 결과는 Table 3과 같다.

예측 시스템에 포함되는 'SARC-F 설문'과 '신속 태핑 평가'의 경우 모든 테스트가 오류 없이 수행되어 기술적 신뢰도는 100%로 산출되었다. 'SARC-F 설문'의 평가 기준은 선택된 응답에 부여된 점수의 총합과 시스템이 산출한 값이 일치할 경우 오류가 없다고 판단하였다. '신속 태핑 평가'의 평가 기준은

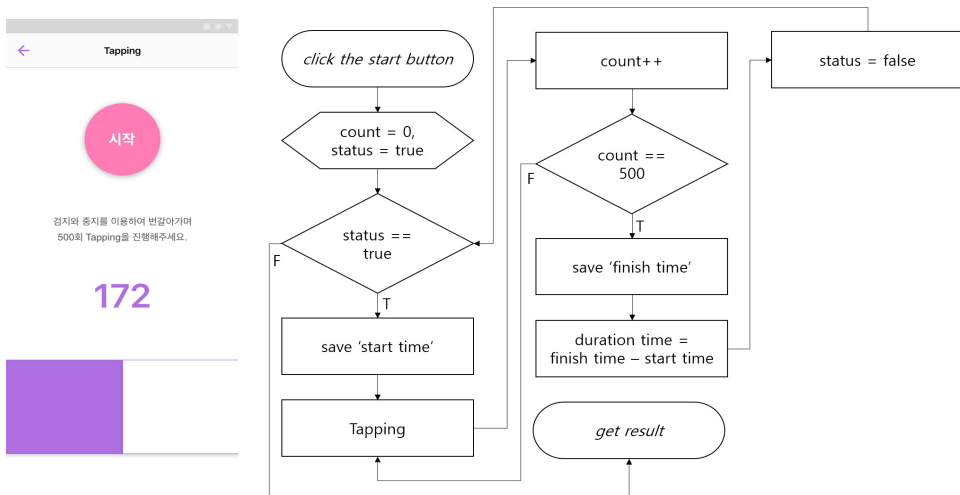


Fig. 6. Rapid Tapping algorithm and Realized screen.

Table 3. The reliability of the proposed algorithm.

Algorithm	Try	Non-Error	Error	Reliability
SARC-F Self-report	20	20	0	100%
5 Time chair stand test	20	18	2	90%
Rapid Tapping	20	20	0	100%
Walking Speed	20	4	16	20%

시스템이 산출한 소요 시간과 실측된 소요 시간의 오차가 1초 미만이며, 카운트가 정확하게 산출되었을 때 오류가 없다고 판단하였다. 본 연구팀은 두 평가의 기술적 신뢰도가 100%인 것에 대해 알고리즘 동작에 있어 센서 등 별도의 장치가 사용되지 않기 때문에 나올 수 있는 수치라고 생각한다. 예측 시스템에 포함되는 '5회 의자에서 앉았다 일어서기 평가'의 평가 기준은 시스템이 산출한 소요 시간과 실측된 소요 시간의 오차가 1초 미만이며, 카운트가 정확하게 산출되었을 때 오류가 없다고 판단하였다. 자이로 센서를 사용하는 '5회 의자에서 앉았다 일어서기' 평가의 경우, 2번의 테스트에서 자세 변화를 인식하지 못함으로 인해 정확한 카운트 및 소요시간을 산출하지 못하였다. 따라서 '5회 의자에서 앉았다 일어서기' 평가의 기술적 신뢰도는 90%로 산출되었다. 본 연구팀은 '5회 의자에서 앉았다 일어서기' 평가의 경우 허용 오차를 조정한다면 기술적 신뢰도를 향상시킬 수 있을 것으로 예상된다.

모니터링 시스템에 포함되는 '보행 평균 속도' 측정의 기술적 신뢰도 평가는 200 m의 거리를 지정해 둔 후 구현된 시스템을 통해 산출된 소요 시간, 이동 거리 및 걸음 수와 실측된 소요 시간, 걸음 수와 비교하였다. 평가 기준은 시스템이 산출한 소요 시간과 실측된 소요 시간의 오차가 1초 미만이며, 산출된 이동 거리가 5% 이하의 오차(190 m - 210 m)이고 걸음 수가 정확하게 산출되었을 때 오류가 없다고 판단하였다. 하지만, 평가 기준에 부합하는 테스트는 4번에 불과했다. 따라서 '보행 평균 속도' 측정의 기술적 신뢰도는 20%로 산출되었다. 본 연구팀은 '보행 평균 속도' 산출에는 영향을 미치지 않는 걸음 수 인식까지 고려되는 등 평가 기준이 높게 책정된 점과 이용된 센서(GPS, 스텝 감지 센서)의 기술적 한계를 낮은 신뢰도의 이유로 생각한다.

본 연구는 의료기관에서 시행되는 '근감소증 추정 진단' 과정의 모바일화에 대한 기술적 실현 가능성을

확인하였다. 본 연구팀이 설계하고 구현한 '근감소증 예측 시스템'과 '근감소증 모니터링 시스템' 각각의 평균 기술적 신뢰도는 약 97%와 20%이다. 추후, 하드웨어 기술 발전으로 인하여 센서의 기술적 한계가 줄어들어 따라 시스템의 기술적 신뢰도는 점차 향상될 것이다. 나아가, 시스템을 통해 수집된 데이터를 학습한 인공지능을 적용한다면 시스템의 기술적 신뢰도는 점차 향상될 것이다.

5. 결 론

고령화로 인한 만성질환 증가는 의료에 대한 수요 증가 및 전체 의료비 증가로 이어진다. 따라서 건강한 노년, 항노화 등에 대한 욕구가 팽창하고 있으며 이는 개인 뿐 아니라 국가적 과제로 인식되고 있다 [19]. 본 연구팀은 다양한 만성질환에 영향을 미치는 근감소증에 대한 예측 및 모니터링을 별도의 외부 장치 없이 오직 모바일 디바이스만을 통해 진행할 수 있도록 설계 및 구현하였다. 이를 통해 고령자는 의료기관에 방문하지 않고도 근감소증 가능성을 예측할 수 있으며, 진단되지 않은 근감소증 위험을 빠르게 발견하여 적절한 의학적 치료를 시작할 수 있다.

코로나 바이러스(covid-19) 확산 이후 디지털 기술을 이용한 비대면(Non-face-to-face) 문화는 빠르게 발전하고 있다. 특히, 의료계는 인터넷 인프라에 힘입어 '실시간 의학적 정보 제공, 환자 발견, 자가 진단' 등에서 성과를 보였다[20]. 본 연구팀이 설계하고 구현한 시스템은 환자 발견 및 자가 진단에 해당하며 의료 기관 방문으로 인한 '교통비, 측정비, 진료비' 등의 비용 발생을 제거하여 전체 의료비 감소에 긍정적인 영향을 줄 수 있다. 또한 비대면 의료는 고령화 사회로 인한 총 의료수요 증가를 완화하는 데에도 큰 도움이 된다. 나아가, 수집된 데이터는 환자-의사 상호간의 커뮤니케이션에 유용하게 활용되고 동시에 의사의 진단 및 처방에 있어 중요한 참고자료로

활용될 수도 있다. 마지막으로, 본 시스템을 통해 축적된 데이터는 라벨링 과정을 거쳐 인공지능 학습 데이터로 활용되어 의료 분야 인공지능 및 e-health 산업에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

향후, '근감소증 예측 및 모니터링 시스템'과 개발 중인 '근감소증 처치(Treatment) 시스템'의 결합 및 신촌 세브란스 병원을 통한 임상시험이 예정되어 있으며, 이를 통해 근감소증 디지털 치료기기로 식약처 및 FDA 인증을 획득하는 것이 본 연구팀의 최종 목표이다.

REFERENCE

- [1] S.K. Nam and O.S. Shim, "A Study on the Influence Factors on Quality of Life of Elderly with Chronic Disease," *Korean Journal of Gerontological Social Welfare*, Vol. 53, No. 2, pp. 239-259, 2011.
- [2] E.H. Namgung, "A Study on Health Care Expenditure for the Old Age Group in Korean Public Healthcare System," *Health and Social Welfare Review*, Vol. 30, No. 2, pp. 519-556, 2010.
- [3] S.W. Park, "Sarcopenia of the Old Age," *Journal of Korean Society of Endocrinology*, Vol. 22, No. 1, pp. 1-7, 2007.
- [4] J.W. Chung, H.Y. Lee, E.K. Park, and Y.S. Jin, "Relationships of Bone Mineral Density, Body Composition, and Fitness in Older Persons," *Journal of Korean Association of Physical Education and Sport for Girls and Women*, Vol. 22, No. 1, pp. 123-136, 2008.
- [5] A.J. Cruz-Jentoft and A.A. Sayer, "Sarcopenia," *The Lancet*, Vol. 393, No. 10191, pp. 2636-2646, 2019.
- [6] J.H. Moon, M.H. Kong, and H.J. Kim, "Implication of Sarcopenia and Sarcopenic Obesity on Lung Function in Healthy Elderly: Using Korean National Health and Nutrition Examination Survey," *Journal of Korean Medical Science*, Vol. 30, No. 11, pp. 1682-1688, 2015.
- [7] T. Bai, F. Fang, F. Li, Y. Ren, J. Hu, and J. Cao, "Sarcopenia is Associated with Hypertension in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis," *BMC Geriatrics*, Vol. 20, No. 1, pp. 1-9, 2020.
- [8] J.F. Baker, J. Long, M.B. Leonard, T. Harris, M.J. Delmonico, A. Santanastasio, et al., "Estimation of Skeletal Muscle Mass Relative to Adiposity Improves Prediction of Physical Performance and Incident Disability," *The Journals of Gerontology: Series A*, Vol. 73, No. 7, pp. 946-952, 2018.
- [9] Artificial intelligence+bigdata, doctors diagnose more accurate and more efficient(2017), <https://scienceon.kisti.re.kr/srch/selectPORSrchTrend.do?cn=GTB2017002151> (accessed January 5, 2022).
- [10] J.E. Morley, R.N. Baumgartner, R. Roubenoff, J. Mayer, and K.S. Nair, "Sarcopenia," *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, Vol. 137, No. 4, pp. 231-243, 2001.
- [11] T.K. Malmstrom and J.E. Morley, "SARC-F: a Simple Questionnaire to Rapidly Diagnose Sarcopenia," *Journal of the American Medical Directors Association*, Vol. 14, No. 8, pp. 531-532, 2013.
- [12] S.Y. Kim, M.J. Kim, and C.W. Won, "Validation of the Korean Version of the SARC-F Questionnaire to Assess Sarcopenia: Korean Frailty and Aging Cohort Study," *Journal of the American Medical Directors Association*, Vol. 19, No. 1, pp. 40-45, 2018.
- [13] C.W. Won, "Diagnosis of Sarcopenia in Primary Health Care," *Journal of the Korean Medical Association*, Vol. 63, No. 10, pp. 633-641, 2020.
- [14] L. Barrios, P. Oldrati, D. Lindlbauer, M. Hilty, H. Hayward-Koennecke, H. Holz, et al., "A Rapid Tapping Task on Commodity Smartphones to Assess Motor Fatigability," *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1-10, 2020.
- [15] J.K. Son, J.Y. Cho, S.P. Jun, and J.W. Lee, "The Market Analysis of Biomarkers," *Bio-*

materials Research, Vol. 14, No. 2, pp. 78-85, 2010.

- [16] P. Ray, Y.L. Manach, B. Riou, T.T. Houle, and D.S. Warner, "Statistical Evaluation of a Biomarker," *The Journal of the American Society of Anesthesiologists*, Vol. 112, No. 4, pp. 1023-1040, 2010.
- [17] V. Santilli, A. Bernetti, M. Mangone, and M. Paoloni, "Clinical Definition of Sarcopenia," *Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism*, Vol. 11, No. 3, pp. 117, 2014.
- [18] M.J. Kim and C.W. Won, "Sarcopenia in Korean Community-Dwelling Adults Aged 70 Years and Older: Application of Screening and Diagnostic Tools from the Asian Working Group for Sarcopenia 2019 Update," *Journal of the American Medical Directors Association*, Vol. 21, No. 6, pp. 753-758, 2020.
- [19] H.K. Kang and Y.S. Koh, "An Exploratory Study on the Acceptance Intention of Converged Healthcare Equipment Using Neuro-Tech," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 24, No. 1, pp. 134-145, 2021.
- [20] H.M. Kang, C.E. Park, J.W. Lee, K.W. Baek, S.H. Lee, and J.W. Kim, "Application for Relieving Feeling of Social Isolation in a Pandemic Situation : Focusing on the Covid-19 Incident," *Proceeding of HCI Korea 2021*, pp. 908-908, 2021.



강 현 민

현재 연세대학교 기술경영학협동
과정 석사과정
관심분야 : 인간과 컴퓨터의 상호
작용(HCI), 애플리케이션,
머신러닝 및 딥러닝 등



박 채 은

현재 연세대학교 기술경영학협동
과정 석사과정
관심분야 : 인간과 컴퓨터의 상호
작용(HCI), UI/UX, UX
Research



주 미 나

현재 연세대학교 인지과학협동과
정 석사과정
관심분야 : 인간과 컴퓨터의 상호
작용(HCI), 컴퓨터비전, 머
신러닝 및 딥러닝 등



서 석 교

현재 연세대학교 의과대학 교수
2016년 2월 연세대학교 의학 박사
관심분야 : 디지털 치료제(DTx),
근감소증 및 골다공증



전 용 관

현재 연세대학교 스포츠융용산업
학과 교수
2003년 알버타대학 운동의학 박사
2020년~현재 연세대학교 공과대
학 AI 대학원 겸직 교수
2014년~현재 연세대학교 암당뇨
운동의학센터 센터장
(ICONS)

관심분야 : 디지털 치료제(DTx), 근거 기반 건강관리, 운
동의학



김 진 우

현재 연세대학교 경영대학 교수
현재 (주)HAI 대표이사
1993년 5월 카네기 멜런 대학교
HCI (Human Computer
Interaction) 박사
2006년~2016년 SBS Contents
Hub 사회이사

2006년~2013년 다음커뮤니케이션 사회이사
관심분야 : 인간과 컴퓨터의 상호작용(HCI), 디지털 치료
제(DTx), 디지털 바이오마커