Journal of Digital Convergence
Vol. 18. No. 12, pp. 97-103, 2020

ISSN 2713-6434 / eISSN 2713-6442
https://doi.org/10.14400/JDC.2020.18.12.097

딥러닝 기반 포즈인식을 이용한 체력측정 시스템

김형균[1], 홍호표[2*], 김용호[3]
[1]국민대학교 소프트웨어학부 교수, [2]광주대학교 교수, [3]광주대학교 교수

Fitness Measurement system using deep learning-based pose recognition

Hyeong-gyun Kim[1], Ho-Pyo Hong[2*], Yong-ho Kim[3]
[1]Professor, Dept of Software, Kookmin University
[2]Professor, Division of Business Administration, GwangJu University
[3]Professor, Division of IT Automatic, GwangJu University

요 약 제안한 시스템은 AI 체력측정 파트와 AI 체력관리 파트 2가지 부분이 연계성을 가지고 구성되어 있다. AI 체력측정 파트에서 딥러닝 기반의 포즈인식을 통해 체력측정에 대한 가이드와 측정값의 정확한 연산을 수행한다. 이 측정값을 기반으로 AI 체력관리 파트에서는 개인 맞춤형 운동프로그램을 설계해 전용 스마트 어플리케이션에 제공한다. 측정자세 가이드를 위해 웹캠을 통해 측정대상자의 자세를 촬영해 골격선을 추출한다. 다음으로 학습된 준비자세의 골격선과 추출된 골격선을 비교해 정상 유무를 판단하고, 정상자세 유지를 위한 음성안내를 실시한다.

주제어 : 체력측정, 딥러닝, 인공지능, 골격선 추출, 자세 가이드

Abstract The proposed system is composed of two parts, an AI physical fitness measurement part and an AI physical fitness management part. In the AI fitness measurement part, a guide to physical fitness measurement and accurate calculation of the measured value are performed through deep learning-based pose recognition. Based on these measurements, the AI fitness management part designs personalized exercise programs and provides them to dedicated smart applications. To guide the measurement posture, the posture of the subject to be measured is photographed through a webcam and the skeleton line is extracted. Next, the skeletal line of the learned preparation posture is compared with the extracted skeletal line to determine whether or not it is normal, and voice guidance is provided to maintain the normal posture.

Key Words : Physical fitness measurement, deep learning, artificial intelligence, skeletal line extraction, pose guide

1. 서론

유아기는 뼈가 굳기 이전이어서 신체의 움직임이 유연하며 호기심과 모험심이 강하고 감수성이 예민하다[1, 2]. 또한, 이 시기에는 충분한 시간적 여유를 갖고 다양한 기능의 학습이 용이하기 때문에 운동기능을 발달시키기 위한 이상적인 시기이다[3]. 또한 유아기에는 한 영역의 발달이 다음 영역에 직·간접적으로 영향을 미치게 된다[4]. 따라서 각 영역에 대한 주기적이고 정확한 측정이 필요하다.

*This Study was conducted by research funds from Gwangju University in 2020.
*Corresponding Author : Ho-Pyo Hong(hhp21@gwangju.ac.kr)
Received October 16, 2020 Revised October 28, 2020
Accepted December 20, 2020 Published December 28, 2020

어린이집, 유치원 등을 대상으로 하는 기존의 체력측정 방식은 측정자의 기술적 숙련도에 따라 측정값이 유동적일 수 있는 문제점이 있다[5, 6].

본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 딥러닝 기반의 포즈인식을 이용한 체력측정 시스템을 제안하였다.

2. 관련연구

2.1 체력관리 스마트 어플리케이션 현황

체력관리를 위해 사용되는 스마트 애플리케이션은 2015년을 기준으로 대략 16만 5000개 정도로 파악되고 있다[7-9]. 이 중에서 피트니스 App이 36%의 비중을 차지하는데[10, 11], 시간/공간적 제약이 많은 현대인에게 간편하게 건강관리를 할 수 있는 콘텐츠로 활용되고 있다[12].

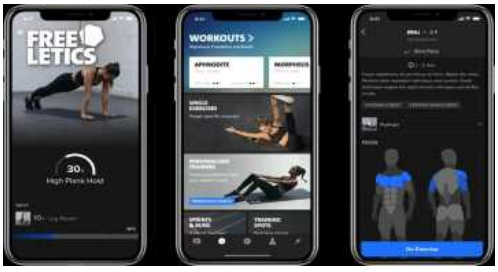

Fig. 1. Freeletics Fitness App [13]

Freeletics App은 독일에서 시작한 운동법으로 대부분의 운동이 맨몸 운동으로 진행되는 특징을 가진 피트니스 App이다[13].

Table 1. Healthcare Smart-APP Functional Classification

Division	Main Function	Application Example
Offer Exercise	Determining the Type of Exercise that You Want, or Acquiring/Managing Exercise Courses	'Cody','Nike Training Club', 'Coco's Workout World', 'Runtastic Six Pack Abs', 'Stacked-Your New Personal Trainer', etc.
Activity Tracker	Calorie Consumption, Number Of Steps, Travel Distance, Sleep Monitoring, Muscle Movement, Posture, etc.	'Fitbit', 'Kinetic GPS', 'Nike+(Kinetic, Training, Running, etc.)', 'NFL Play 60', 'Runtime-simple Run Tracking', 'Datalove', etc.
Physical Index monitors	Heart Rate, Temperature, Skin Conduction,Breathing, Glucose Level, Blood Oxygen Level, Heart Rate Measurement of Blood Pressure, etc.	'Fitbit', 'Adidas Fit Smaart Fitness Tracker', 'Iriver on', 'Hexoskin', 'Angel Wristband', 'AskMD', etc.

기존의 체력관리 스마트 어플리케이션은 Table 1과 같이 운동방법 제공(Offer Exercise), 활동 탐색(Activity Tracker) 및 신체정보 모니터(Physical Index monitors) 등과 같이 기능별 분류가 가능하다[14].

하지만 이러한 기능들은 단순한 운동방법 제공이나 신체활동 정보의 모니터링 정도의 수준으로 사용자의 기본 체력측정과 연계한 운동방법은 제공되지 못하고 있다.

2.2 딥러닝 기반 포즈인식 연구

Google은 최근 '티처블 머신(Teachable Machine) 2.0'을 공개했는데 기계학습의 과정을 쉽게 접근하고, 딥러닝에 대한 전문적인 지식이 없어도 학습 모델을 생성해 활용할 수 있도록 지원하고 있다[15]. 학습 모델 생성을 위해 WebCam을 통해 촬영하는 영상을 인식하고, 인식한 이미지를 자체 엔진을 통해 학습을 수행해 사용자가 설정한 카테고리에 할당하는 형태로 기계 학습을 수행하고 있다.

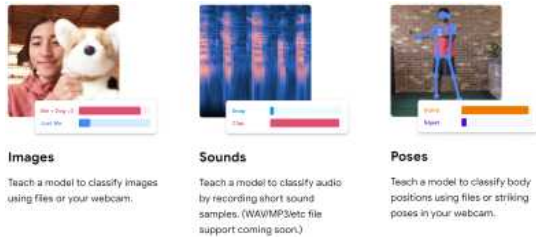

Fig. 2. Example of Teachable Machine [8]

Fig. 2.는 '티처블 머신'에서 제공하고 있는 머신러닝 프로젝트 3가지를 보여주고 있다. 웹사이트에 접속해서 Images, Sounds, Poses 중 원하는 프로젝트를 선택하면 별도의 프로그램 설치 없이 바로 기계학습을 수행할 수 있다.

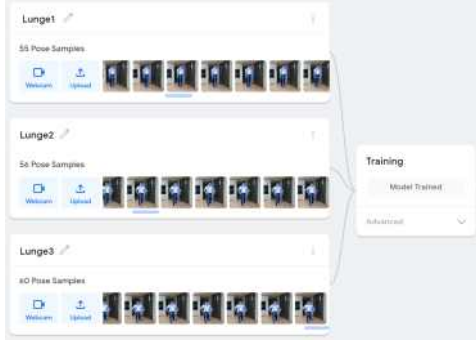

Fig. 3. Lunge pose learning process

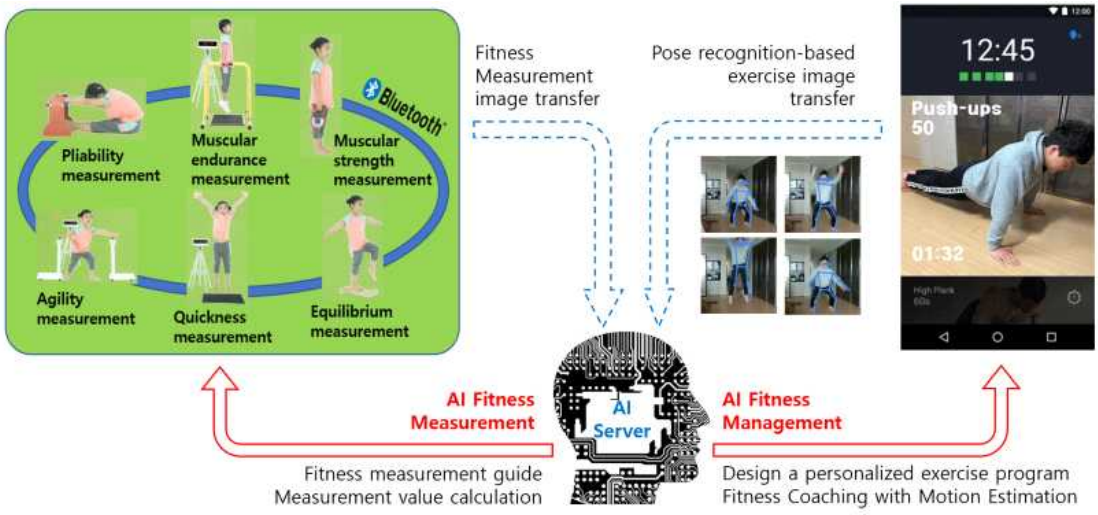

Fig. 4. Conceptual diagram of AI Fitness Measurement & Management system

Fig. 3.은 티처블머신을 이용해 본 연구에서 활용할 포즈 인식의 자세 중 Lunge 자세를 학습하는 과정을 보여주고 있다. 이렇게 학습한 머신러닝 모델을 파일 내보내기 기능을 활용해 텐서플로(Tensorflow.js)에서 사용할 수 있다.

3. 딥러닝 기반 체력측정 시스템

3.1 시스템 구성

Fig. 4 는 본 논문에서 제안한 체력측정 시스템의 개념도를 보여주고 있다. 본 시스템은 AI 체력측정 파트와 AI 체력관리 파트 2가지 부분이 연계성을 가지고 구성되어 있다. AI 체력측정 파트에서 딥러닝 기반의 포즈인식을 통해 체력측정의 가이드와 측정값의 정확한 연산을 수행하고, 이 측정값을 기반으로 AI 체력관리 파트에서는 개인 맞춤형 운동프로그램을 설계해 전용 스마트 어플리케이션에 제공하며, 대상자는 스마트 앱을 이용해 운동프로그램 진행정도와 운동 부하량을 측정해 관리를 받게 된다.

Fig. 5 는 AI 체력 측정부의 구성을 보여주고 있다. 6대 체력측정은 순발력 측정(Quickness measurement), 평형성 측정(Equilibrium measurement), 민첩성 측정(Agility measurement), 유연성 측정(Pliability measurement), 근지구력 측정(Muscular endurance measurement), 근력 측정(Muscular strength measurement)으로 이루어지며, 기존의 체력측정 기기(Legacy measuring equipment)의 기계적 역할은 그대로 활용하고 각 측정기기마다 인공지능 서버와 연결된 웹캠, 스피커를 장착하여 정확한 체력측정에 필요한 영상/신호처리와 피측정자의 자세 가이드, 측정 값 계산을 지원하게 된다.

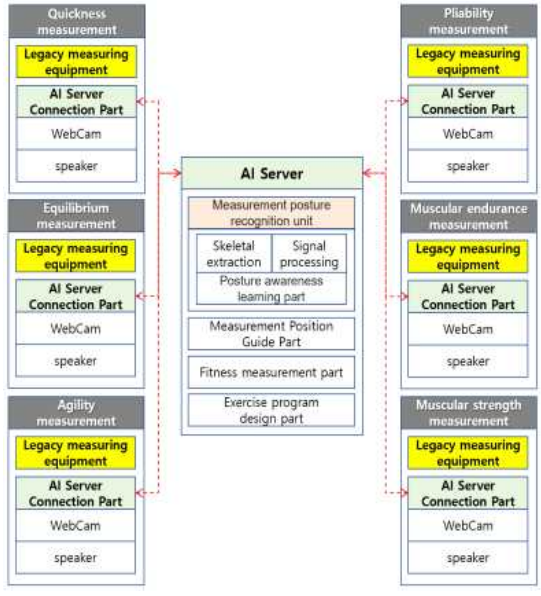

Fig. 5. Diagram of AI Fitness Measurement Part

AI서버는 측정자세 인식부, 측정자세 안내부, 체력 측정부, 운동프로그램 설계부로 구성된다. 측정자세 인식부

는 피측정자의 촬영 이미지를 통한 측정자세 인식을 위한 골격추출부, 측정신호 처리부, 측정자세 학습부로 구성된다.

3.2 시스템 플로우 설계

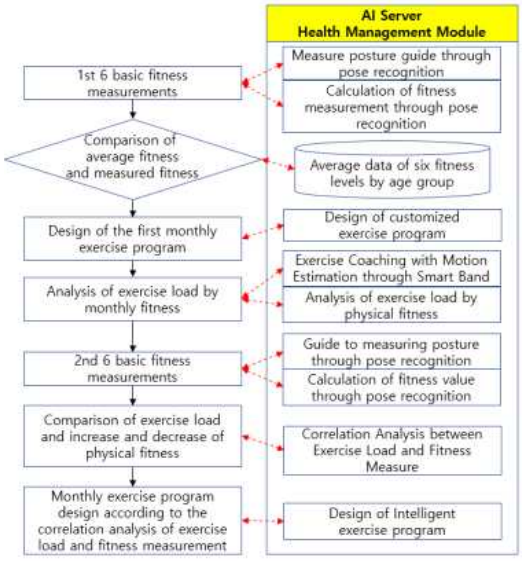

Fig. 6. Flow chart of AI Fitness Measurement & Management system

Fig. 6 은 딥러닝 기반 체력측정 시스템의 흐름도를 보여주고 있다.

① 먼저, 피측정자는 1차로 6대 기본 체력측정을 실시하게 되는데 이때 AI체력관리 모듈의 포즈인식 측정자세 가이드와 포즈인식 체력측정 값 계산 기능을 통해 정확한 체력측정 자세의 코치와 측정값을 얻게 된다.

② 연령그룹별 평균 체력측정 값과 측정된 체력값을 비교한다.

③ AI서버에서 비교한 체력측정 값을 기반으로 1달간의 운동 프로그램을 설계해서 피측정자에게 스마트앱을 통해 전달한다.

④ 스마트앱에서 제공되는 운동프로그램은 피측정자가 착용한 스마트밴드와 모션인식을 통해 정확한 운동자세에 대한 코칭을 실시하며 운동부하를 측정하게 된다.

⑤ 1달간의 운동프로그램을 실시한 후 2번째 체력 측정을 실시하게 된다.

⑥ 1달간의 운동부하 측정치를 기반으로 1달간의 체력측정의 차이값을 비교 분석해 다음 1달간의 최적화된 운동프로그램을 스마트앱에 전달한다.

3.3 포즈인식 기반 체력측정 가이드 개념 설계

AI 체력측정 모듈에서 포즈인식을 통한 측정자세 가이드는 다음과 같이 진행하도록 설계했다.

① 측정기 상단에 배치된 웹캠을 통해 측정대상자의 자세를 촬영한다.

② 촬영된 이미지에서 피측정자의 골격선을 추출

③ 미리 학습된 측정별 준비자세의 골격선과 추출된 피측정자의 골격선을 비교해 정상 유무를 판단

④ 측정자세가 비정상일 경우 정상자세 유지를 위한 음성 안내를 실시한다.

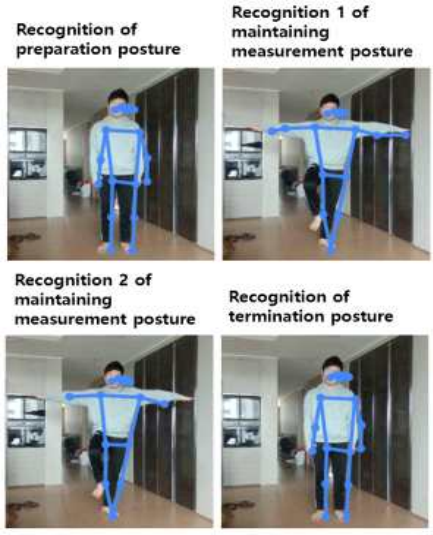

Fig. 7. Example of equilibrium measurement recognition

Fig. 7와 Fig. 8은 체력측정 방식별로 정상적인 준비포즈와 유지 자세의 1, 2단계, 그리고 종료 포즈의 예시를 들고 각각의 자세에 대해 추출된 골격선을 보여주고 있다.

추출된 골격선으로 인식된 포즈에 따라 상황을 인식하게 되며, 각 상황별 음성안내의 예시는 다음과 같다.

① 두 발을 측정위치에 올려 주세요

② 지금부터 올바른 측정을 위한 자세를 판단하도록 하겠습니다.

③ 정상 자세입니다. 신호가 울리면 최대한 높이 뛰어 주세요.

④ 비정상 자세입니다. 다음 안내에 따라 자세를 교정해 주세요.

④-1 두발의 간격을 어깨 넓이로 유지하세요

④-2 무릎을 최대한 구부려 주세요.
④-3 두 팔은 사선으로 내려주세요.

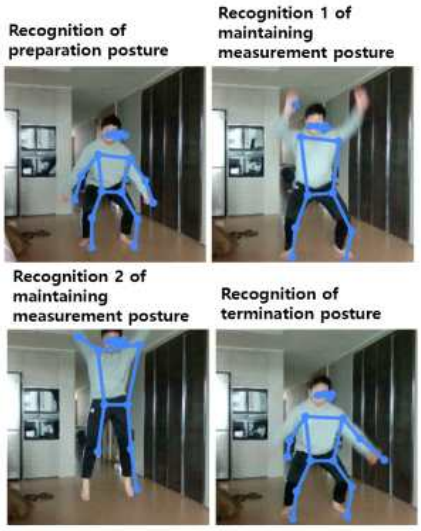

Fig. 8. Example of Quickness measurement recognition

3.4 포즈인식 기반 체력측정 값 계산

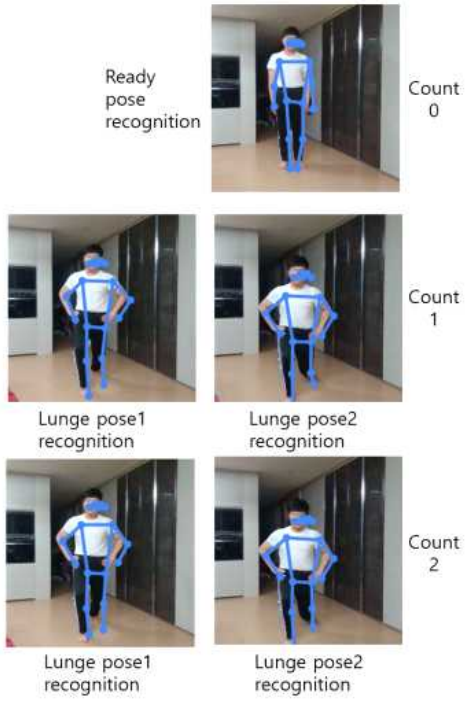

Fig. 9. Example of calculating physical fitness value

Fig. 9는 체력측정 값의 계산을 위해 추출된 골격선의 인식을 통해 준비단계에서 카운트를 초기화하고 포즈1에서 포즈 2를 취하는 자세가 인식되면 카운트를 1을 증가하는 방식으로 체력 측정값을 계산하는 예시를 보여주고 있다.

Table 2. Comparison of error rate for each measurement part

Error rate / Measuring parts	Existing measuring method					Proposed measuring method				
	1time	2time	3time	4time	5time	1time	2time	3time	4time	5time
Quickness measurement	12.5%	13.6%	10.5%	8.6%	11.5%	2.5%	3.2%	1.5%	1.6%	2.2%
Equilibrium measurement	13.0%	10.5%	11.5%	10.6%	11.5%	2.2%	2.0%	1.6%	1.8%	2.1%
Agility measurement	14.6%	15.2%	13.2%	14.6%	16.2%	3.5%	2.8%	2.5%	2.6%	3.2%
Pliability measurement	8.6%	10.2%	11.3%	8.6%	10.6%	2.3%	2.2%	3.2%	4.5%	2.6%
Muscular endurance measurement	10.2%	9.8%	8.6%	10.6%	9.5%	3.5%	2.8%	2.6%	3.2%	2.7%
Muscular strength measurement	11.2%	10.0%	10.0%	10.6%	12.0%	3.2%	2.0%	2.0%	2.6%	2.8%

Table 2는 6개의 체력측정 파트별로 기존의 방식과 제안한 방식의 오차율을 비교한 표이다. 실험방식은 피측정자의 체력측정 영상을 촬영해서 일반인이 측정값을 계산하는 기존 방식과 본 연구에서 제안한 기계학습 모델이 생성된 엔진을 통해 촬영 영상을 계산한 값으로 측정하였다. 오차율의 계산은 촬영 영상을 체력측정 전문가에게 의뢰해 측정값을 계산하게 한 후 그 차이를 각각 비교해 계산하였다. 실험의 정확도를 위하여 각 체력측정 형태마다 5명의 다른 피측정자의 영상을 촬영해 비교실험을 수행하였다.

4. 결론

기존의 체력측정 방식은 측정자의 기술적 숙련도에 따라 측정값이 유동적일 수 있는 문제점이 있다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 딥러닝 기반의 포즈인식을 이용한 체력측정시스템을 제안하였다.

AI 체력측정 파트에서 딥러닝 기반의 포즈인식을 통해 체력측정에 대한 가이드와 측정값의 정확한 연산을 수행한다. 이 측정값을 기반으로 AI 체력관리 파트에서는 개인 맞춤형 운동프로그램을 설계해 전용 스마트 어플리케이션에 제공한다.

측정자세 가이드는 다음과 같이 진행한다. 먼저, 웹캠을 통해 측정대상자의 자세를 촬영해 골격선을 추출한다.

다음으로 학습된 준비자세의 골격선과 추출된 골격선을 비교해 정상 유무를 판단하고, 정상 자세 유지를 위한 음성 안내를 실시한다.

체력측정 값의 계산은 추출된 골격선의 인식을 통해 준비단계에서 카운트를 초기화하고, 다음으로 포즈1에서 포즈 2를 취하는 자세가 인식되면 카운트를 1을 증가해 측정값을 계산한다.

6개의 체력측정 파트별로 기존의 방식과 제안 방식의 오차율을 비교한 결과 모든 부분에서 10~11%의 오차율이 감소한 것으로 분석되었다.

향후에는 AI 체력측정 파트의 측정값을 기반으로 AI 체력관리 파트에 대한 구현이 필요하다. 이를 통해 개인 맞춤형 운동프로그램을 설계해 전용 스마트 어플리케이션에 제공하며, 스마트 앱을 이용해 운동프로그램의 진행 정도와 운동 부하량을 측정해 관리를 받을 수 있게 된다.

REFERENCES

[1] H. D. Lee. (2018). A Study on Tendency and Anticipation of Childhood Object Control Development. *The Korea Journal of Sport, 16(3)*, 389-398.

[2] S. H. Na. (2013). The effect of traditional play activities on infant's basic fitness and attention. *The Korea Journal of Sport, 11(1)*, 311-321.

[3] H. G. Lee & I. H. Chang. (2010). Effects of Ballet Training Programs on Physical Fitness and Body Composition in Preschool Child. *Journal of Physical Education, 6(2)*, 63-70.

[4] S. W. Lee & H. Jung. (2011). Development of Early Childhood Physical Activity and Physical Fitness Effect on Self-Concept. *Journal of Physical Education, 7(1)*, 27-36.

[5] M. K. Lee & S. S. Pu & G. Y. Hwang. (2019). Differences in Physical Activity Capacity by Infants' Sex and Age. *The Korea Journal of Sport, 17(3)*, 107-119.

[6] C. H. Ha & S. Y. Jaegal. (2009). Bodily Wellness Perspectives According to Fitness Profiles of Young Children. *The Journal of Korea Society for Wellness, 4(1)*, 71-78.

[7] E. C. Lee, S. C. Jo & H. Y. Lee. (2018). A Study on the Impact of Mobile Healthcare's Diffusion of Innovation Factors on Intention to Use : Focusing on Moderating Effects of Innovation Propensity. *Journal of Digital Convergence, 16(5)*, 153-162.

[8] L. S. Lee, S. H. Lee, J. S. Jeong & K. Y. Noh. (2017). Psychological Factors Influencing Continuous Use of Mobile Healthcare Applications. *Journal of Digital Convergence, 15(7)*, 445-456.

[9] Y. S. Jeong. (2017). Data Storage and Security Model for Mobile Healthcare Service based on IoT. *Journal of Digital Convergence, 15(3)*, 187-193.

[10] M. J. Lee & H. K. Kang. (2017). Effects of Mobile based-Healthcare Service using Human Coaching to the Self-care of Diabetes. *Journal of Convergence for Information Technology, 7(4)*, 83-89.

[11] S. U. Pi. (2018). The Design and Implement a Healthcare Alert App to Prevent Dementia. *Journal of Digital Convergence, 16(10)*, 59-67.

[12] M. C. Bruno Silva, J. P. C . Rodrigues, I. T. Diez & M. L. Coronado & K. Saleem (2015). Mobile-health: A review of current state in 2015. *Journal of Biomedical Informatics, 56(August)*, 265-272.

[13] W. S. Lee. (2018-12-16). *VISLA magazine*, 5 fitness apps for your year-end decision. https://visla.kr/feature/84187/

[14] S. H. Lee & S. S. Yoo. (2014). Mobile Healthcare Application Status and Forecast. *Information and Communication Broadcasting Policy, 26(17)*, 1-23.

[15] Google, *Teachable Machine*, Train a computer to recognize your own images, sounds, & poses. https://teachablemachine.withgoogle.com/

김 형 균(Hyeong Gyun Kim) [정회원]

· 2004년 2월 : 조선대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
· 2004년 3월 ~ 2007년 8월 : 동강대학교 컴퓨터정보과 초빙교수
· 2012년 3월 ~ 2016년 8월 : 조선대학교 컴퓨터공학과 객원교수
· 2017년 3월 ~ 2019년 8월 : 서울여자대학교 SW교육혁신센터 교수
· 2019년 9월 ~ 현재 : 국민대학교 SW학부 교수
· 관심분야 : IOT 시스템 통합 , 데이터분석
· E-Mail : kjdmct@nate.com

홍 호 표(Ho Pyo Hong) [정회원]

· 1986년 2월 : 전남대학교 지역개발학과 졸업
· 1998년 8월 : 전남대학교 경영대학원 마케팅학석사
· 2003년 3월 : 전남대학교 마케팅학 박사수료
· 2016년 2월 ~ 현재 : 광주대학교 경영학과 교수
· 관심분야 : 경영정보, 마케팅, 인사관리
· E-Mail : hhp21@hanmail.net

김 용 호(Yong Ho Kim) [정회원]

· 2005년 2월 : 조선대학교 전자계산과 (이학박사)
· 2018년 8월 : 호남대학교 경영학과(경영학박사)
· 2019년 1월 ~ 2020년 5월 : 중소기업융합학회 부회장
· 2020년 6월 : 한국디지털정책학회 부회장
· 2012년 4월 ~ 현재 : 광주대학교 IT자동차학과 교수
· 관심분야 : IOT, 인공지능, Big DATA, 창업학
· E-Mail : multi_kyh@hanmail.net