

IoB 환경을 위한 헬스케어 서비스 모델 설계

정윤수

목원대학교 정보통신융합공학부 교수

Designing a Healthcare Service Model for IoB Environments

Yoon-Su Jeong

Professor, Dept. of information Communication Convergence Engineering, Mokwon University

요약 최근 헬스케어 분야는 다양한 산업 분야의 요구사항을 반영하여 서비스 품질을 향상시킬 수 있는 모델을 개발하려고 노력하고 있다. 본 논문에서는 헬스케어 서비스 향상을 위해서 5G 환경에서 사용자의 헬스케어 정보를 실시간으로 처리할 수 있는 행동인터넷(IoB, Internet of Behavior) 환경 모델을 제안한다. 제안 모델은 사용자의 헬스케어 정보를 딥러닝을 통해 분석한 후 건강 상태를 실시간으로 확인할 수 있도록 하는 것이 목적이다. 이때, 사용자의 생체 정보는 휴대용 의료 장비에 부착된 통신 장비를 통해 전달되며, 사용자 인증은 부착된 IoB 장치에 사전 입력된 정보를 통해 수행된다. 기존 IoT 헬스케어 서비스와의 차별점은 사용자의 습관 및 행동 패턴을 분석해서 디지털 데이터화 하는 점과 수집된 데이터를 기반으로 사용자의 헬스케어 서비스 향상을 위한 사용자 특정 행동을 유도할 수 있다는 점이다.

주제어 : IoB, 헬스케어 서비스, 클라우드, 추적 및 모니터링, 생체 정보

Abstract Recently, the healthcare field is trying to develop a model that can improve service quality by reflecting the requirements of various industrial fields. In this paper, we propose an Internet of Behavior (IoB) environment model that can process users' healthcare information in real time in a 5G environment to improve healthcare services. The purpose of the proposed model is to analyze the user's healthcare information through deep learning and then check the health status in real time. In this case, the biometric information of the user is transmitted through communication equipment attached to the portable medical equipment, and user authentication is performed through information previously input to the attached IoB device. The difference from the existing IoT healthcare service is that it analyzes the user's habits and behavior patterns and converts them into digital data, and it can induce user-specific behaviors to improve the user's healthcare service based on the collected data.

Key Words : IoB, healthcare services, cloud, tracking and monitoring, biometric information

*Corresponding Author : Yoon-Su Jeong(bukmunro@mokwon.ac.kr)

Received August 23, 2022

Accepted September 20, 2022

Revised September 2, 2022

Published September 28, 2022

1. 서론

최근 인공지능 관련 기술들이 다양한 분야에 사용되면서 헬스케어 서비스 분야에서는 IoT 환경에서 서비스되던 것이 IoB 환경으로 변화하고 있다. 다양한 장치(카메라, RFID 태그, 각종 센서 등)로부터 발생하는 다양한 정보들을 인공지능 기술을 통해 분석하는 기업이나 기관들이 증가하고 있다[1,2].

IoB는 사람들의 습관 및 행동 패턴을 분석해서 데이터화 시킨 후 수집된 데이터를 분석하여 사용자의 특정 행동을 예측하거나 유도하는 기술이다. IoT와 IoB의 차이점은 IoT는 사물과 사물 간 연결에 초점을 두었지만 IoB는 업무 환경이나 생활 속에서 일어나는 사람들의 행동을 디지털 데이터와 연결하는 점이다[3].

IoB는 방역현장, 회사, 병원, 자동차, 식단, 수면, 화장품, 디지털 치료제 산업 등에서 활용되고 있지만, 보안 측면에서 보면 IoB는 대부분의 데이터가 사용자의 민감한 데이터이기 때문에 이에 대한 대책이 충분하지 않다는 점이다. 만약 IoB 데이터의 보안망이 뚫려 민감한 사용자 데이터가 대거 유출된다면 윤리적인 측면에서 문제가 발생될 수 있다[4,5].

본 논문에서는 헬스케어 서비스 향상을 위해서 5G 환경에서 사용자의 헬스케어 정보를 실시간으로 처리할 수 있는 행동인터넷(IoB, Internet of Behavior) 환경 모델을 제안한다. 제안 모델은 사용자의 헬스케어 정보를 딥러닝을 통해 분석한 후 건강 상태를 실시간으로 확인할 수 있도록 하는 것이 목적이다. 이때, 사용자의 생체 정보는 휴대용 의료 장비에 부착된 통신 장비를 통해 전달되며, 사용자 인증은 부착된 IoB 장치에 사전 입력된 정보를 통해 수행된다. 기존 IoT 헬스케어 서비스와의 차별점은 사용자의 습관 및 행동 패턴을 분석해서 디지털 데이터화 하는 점과 수집된 데이터를 기반으로 사용자의 헬스케어 서비스 향상을 위한 사용자 특정 행동을 유도할 수 있다는 점이다.

제안 모델은 다음과 같은 특징을 가진다. 첫째, 제안 모델은 IoB 환경에서 사용되는 일부 헬스케어 장비를 대상으로 IoB 수집 정보가 활용 가능함을 조사하였다. 둘째, IoB 환경에서 발생가능한 오류 등의 정보를 실시간으로 추적 및 모니터링이 가능하다. 셋째, IoB 환경을 확장할 경우 기존 헬스케어 서비스보다 수월하다.

본 논문의 구성은 2장에서는 IoB 관련 연구를 살펴보고 3장에서는 IoB 기반 헬스케어 서비스 모델을 제안

하고 4장에서는 IoB 헬스케어 데이터 실험 결과를 분석하고, 5장에서 결론을 기술한다.

2. 관련 연구

최근 COVID-19 관련 대유행이 계속되면서 헬스케어 분야가 빠르게 성장하고 있다[6]. X. Li et al.은 스마트 IoT 장치를 통해 임산부와 산부인과 의사가 웨어러블 기기를 통해 서로 정보를 주고받는 플랫폼을 제안하였다[7].

M. Gao et al. 은 의료서비스 프레임워크의 특징을 다양한 웨어러블 기기의 성능에 맞게 분류하였다[8]. 이 연구에서는 COVID-19 관련 대유행에 맞서 사용되고 있는 웨어러블 장치와 그 사용을 상세히 기술하고 있는 것이 특징이다.

S. Khan et al.은 COVID-19 팬데믹을 다루기 위해 기기 모니터링, 데이터 공유 및 인식을 통합하여 코로나 오염의 위험을 제한할 수 있는 웨어러블 기기가 어떻게 구현될 수 있었는지 상세히 다루고 있다[9].

T. Poongodi et al.은 인간과 기계가 연관성을 갖도록 적응용 웨어러블 기기를 효율적으로 제어할 수 있는 기술들을 조사하였다[10]. 이 연구에서는 웨어러블 기기의 장·단점, 신축성과 적응성 등을 중심으로 조사와 테스트가 동시에 이루어졌다.

R. Indrakumari은 웨어러블 장치를 적용할 수 있는 프레임워크를 설계하였다[11]. 이 프레임워크는 하드웨어 및 자체 제어 마인드풀니스 웨어러블 프레임워크의 부분을 다루는 것이 특징이다.

M. Haghi et al. 은 분산 컴퓨팅과 퍼베이시브 인터넷을 통합운영할 수 있는 환경을 제시하였으며[12], R. O'Driscoll et al. 은 웨어러블 기기 분야의 지속적인 개선을 통해 IoT에서 또 다른 WIoT(Wearable Internet of Things)를 만들었다 [13]. 이 같은 연구들은 IoT에 통합된 스마트 의류, 감지 손목 착용 및 임상 웨어러블과 같은 다양한 장치에서 정보를 수집할 수 있다.

K. Wei et al. 은 물리적인 세계와 컴퓨터 세계를 혼합하여 웰빙 관련 데이터를 제공할 뿐만 아니라 식별 확인이 활용가능한 웨어러블이 가능한 환경으로 발전시켰다[14].

R. M. Aileni et al. 은 스마트 시티와 의료서비스를 융합하여 인간 대 기계, 기계 대 기계가 서로 통신할 수 있는 새로운 표준을 제시하였고[15], M. C. Taylor et

al. 은 웨어러블 기기를 인체에 착용할 수 있는 IoT 사용 바업을 제시하였다[16].

3. IoB 기반 헬스케어 서비스 모델

이 절에서는 사용자의 건강 상태를 최적화하도록 사용자의 행동 패턴을 실시간으로 분석할 수 있는 IoB 기반 헬스케어 서비스 모델을 제안한다. 제안 모델은 5G 환경에서 사용자의 건강 상태를 체크할 수 있는 센서들로 구성하기 때문에 빠른 처리가 가능하며, 센서들로부터 센싱된 정보는 딥러닝을 통해 실시간으로 분석이 가능하기 때문에 사용자의 건강 상태를 언제 어디서나 손쉽게 확인할 수 있다. 제안 모델은 5G 환경의 통신 장비를 사용하여 휴대용 의료 장비에 사전에 등록된 사용자 정보를 이용하여 원격에 있는 인증서버에게 인증을 받는다. 인증 과정이 완료되면 IoB 센싱을 통해 사용자의 습관 및 행동 패턴을 서버로 전달되며, 전달된 정보는 디지털 데이터화 하여 사용자의 헬스케어 서비스가 최적화될 수 있도록 사용자 특정 행동을 유도하도록 한다.

3.1 IoB 기반 사용자 헬스케어 환경

5G 환경에서는 빠르고 안정적인 헬스케어 정보 처리를 위해서 5G 환경에 최적화된 센서들을 기존 구축된 장비에 부착되거나 별도로 장비와 연동할 수 있도록 인터페이스를 별도로 구축하는 경우가 많다. 제안 모델에서는 5G 기반에 최적화된 센서들을 IoB에 적용하여 사용자 헬스케어 정보를 수집·처리한다고 가정한다. Fig. 1은 IoB 기반 사용자 헬스케어 정보를 수집단계부터 처리 분석하는 단계까지의 처리과정을 도식화하고 있다. Fig. 1에서 제안 모델은 IoB 센서로부터 수집된 정보를 효율적으로 처리하기 위해서 머시러닝 기반으로 수집 정보를 처리 및 분석하는 동시에 사용자의 습관 및 행동 패턴 최적화할 수 있도록 사용자 특정 행동을 유도한다.

3.2 IoB 기반 사용자 헬스케어 정보 처리

제안 모델은 헬스케어 환경에 손쉽게 적용하도록 확장성과 운용성을 갖도록 6 단계로 IoB 헬스케어 정보를 처리한다.

- 1 단계 : IoB 헬스케어 정보 수집
이 단계는 IoB 센서로부터 사용자의 습관 및 행동 패

턴을 수집하는 단계로써 IoB 센서는 사용자 장비에 부착하고나 연동된다. 이 때, IoB 장비로부터 센싱되는 정보는 헬스케어 정보 중 중요도에 따라 분석에 사용되지 않은 일반 데이터, 통계적으로 분석될 데이터 그리고 기타 데이터 등으로 구분하여 생성한다.

- 2 단계 : 유·무선 통신을 통한 IoB 센싱 정보 전달
이 단계는 유·무선 통신을 통해 센싱된 IoB 정보를 게이트웨이 장치를 통해 서버로 전달한다. 이 때, 네트워크 속도를 저해하는 요인은 없으며, 네트워크 지연은 최소화 한다고 가정한다.

- 3 단계 : IoB 정보의 블록체인 처리
이 단계는 IoB 센싱 정보를 블록체인 네트워크를 통해 정형/비정형 데이터를 가공처리하는 단계이다. 이 단계는 사용자의 헬스케어 정보를 분석하기 위한 정보를 다중 해쉬체인 기반으로 블록체인하여 수집·전달·분석 과정을 수행함으로써 IoB 헬스케어 정보를 실시간으로 처리 가공 처리한다.

- 4 단계 : IoB 헬스케어 정보 분석
이 단계는 블록체인 환경을 통해 사전 가공 처리된 IoB 헬스케어 정보를 데이터마이닝 기법(통계, 텍스트 마이닝, 시각화 등)을 통해 분석하는 단계이다.

- 5 단계 : IoB 분석 결과 모니터링
이 단계는 IoB 헬스케어 정보를 가공·처리한 후 결괏값 분석하여 평가하는 과정으로써 관리자는 분석 결과를 모니터링하고 모니터링 결과를 사용자에게 전달한다.

- 6 단계 : IoB 헬스케어 서비스 활용 및 관리
이 단계는 IoB 헬스케어 정보 분석을 통해 사용자의 행동 분석을 예측하는 단계로써 사용자의 헬스케어 관리 효율을 향상시키기 위한 서비스를 사용자에게 지원한다.

4. 실험 및 결과

4.1 실험 환경

제안 모델은 IoB 장비로부터 센싱된 정보를 Table 1과 같은 실험 환경을 통해 수행하였다. IoB 헬스케어 데이터 셋은 Google Colab에서 지원하는 개발 언어 및 라이브러리를 사용하여 분석하였다.

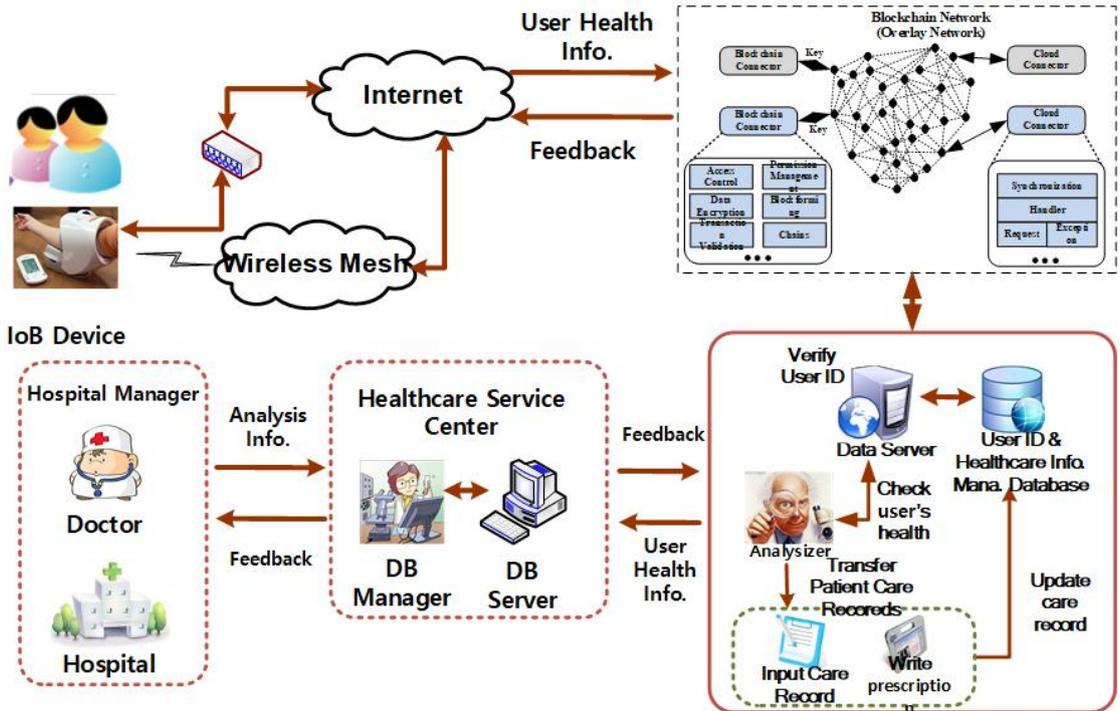


Fig. 1. IoB Information process

Table 1. Experimental environment

Division	Specification
Tool	Google Colab
Library	Scikit-learn, matplotlib, numpy, pandas, etc

4.2 모델 구성

제안 모델은 블록체인 네트워크를 통해 가공된 IoB 데이터 셋을 훈련 데이터(train set)와 테스트 데이터(test set)으로 구분한 후 KNN(K-nearest neighbors), LR(Logistic Regression), MLP(Multi-layer Perceptron) 과 같은 머신러닝 알고리즘을 사용한다. 이 때, 각 알고리즘에 사용되는 파라미터는 Table 2과 같이 설정한다.

4.3 성능 분석

제안 모델은 Google Colab에서 지원되는 알고리즘 중 KNN(K-nearest neighbors), LR(Logistic Regression), MLP(Multi-layer Perceptron) 과 같은 머신러닝 알고리즘을 사용하여 IoB 센싱 정보를 Table

3처럼 성능 평가하였다. 제안 모델은 IoB 센싱 데이터 중 통계적으로 분석될 데이터(심박수, 행동 패턴 등)를 정확도에 반영하였으며, IoB 헬스케어 정보를 일정 시간동안 평가한 결과 정확도는 평균 1.1%~ 1.4% 정도 오차가 났다. IoB 데이터 셋을 차원 축소 전/후로 비교한 결과, MLP(Multi-layer Perceptron) 알고리즘이 가장 좋은 성능을 보였으며, LR(Logistic Regression) 알고리즘이 가장 낮은 성능을 나타냈다. IoB 데이터 셋 수집 측면에서는 다른 알고리즘에 비해 MLP(Multi-layer Perceptron) 알고리즘이 가장 좋은 성능을 나타냈다. 정확도 측면에서는 KNN(K-nearest neighbors) 알고리즘과 MLP(Multi-layer Perceptron) 알고리즘이 평균 0.05% 미만의 거의 비슷한 정확도를 나타냈다. 이 같은 결과들은 IoB 헬스케어 센싱 정보가 실시간으로 분석/처리되기 때문에 가능한 결과로 분석된다.

Table 2. Parameter values

Algorithm	Parameter Value			
KNN	Number of neighbors : 1~5		Weights : uniform	
LR	Regularization strength(C) : 1, 5, 10		Solver : lbfgs	penalty : l2
MLP	Hidden_layer : 10	Activation : relu	Weight optimization : adam	Learning rate : 0.001

Table 3. Performance result

unit: %

Count	KNN		LR		MLP	
	Accuracy	F1-Score	Accuracy	F1-Score	Accuracy	F1-Score
1	87.45	85.69	84.83	82.74	89.03	86.91
3	87.12	84.64	85.17	83.52	88.68	87.05
5	87.76	85.11	85.31	83.18	88.97	87.33

5. 결론

최근 헬스케어 서비스 분야에서는 사용자의 행동 패턴을 통해 사용자의 헬스케어 서비스를 향상시킬 수 있는 IoB 관련 연구가 증가하고 있다. 본 논문에서는 5G 환경에서 사용자의 IoB 센싱 정보를 통해 행동 분석을 효율적으로 수행할 수 있는 서비스 처리 모델을 제안하였다. 제안 모델은 IoB 센싱 정보를 디지털 데이터화하여 사용자 특정 행동을 분석 및 유도하여 헬스케어 서비스의 질을 최적화하였다. 성능 평가 결과, 정확도는 평균 1.1%~ 1.4% 정도 오차가 낮지만 MLP(Multi-layer Perceptron) 알고리즘이 가장 좋은 성능을 보였으며, LR(Logistic Regression) 알고리즘이 가장 낮은 성능을 나타냈다. IoB 데이터 셋 수집 측면에서는 다른 알고리즘에 비해 MLP(Multi-layer Perceptron)가 가장 좋은 성능을 나타냈으며 KNN(K-nearest neighbors)과 MLP(Multi-layer Perceptron)는 평균 0.05% 미만의 비슷한 정확도를 나타냈다. 향후 연구에서는 본 연구 결과를 기반으로 다양한 IoB 제품군에서 제안 모델을 성능 평가할 계획이다.

REFERENCES

- [1] M. El-Khoury & C. L. Arian. (2021). From the internet of things toward the internet of bodies: ethical and legal considerations. *Strategic Change*, 30(3), 307-314. DOI : 10.1002/jsc.2411
- [2] G. Boddington. (2021). The Internet of bodies—alive, connected, and collective: the virtual physical future of our bodies and our senses. *AI and Society*, 1-17. DOI : 10.1007/s00146-020-01137-1
- [3] B. Kazansky & S. Milan. (2021). Bodies not templates: contesting dominant algorithmic imaginaries. *New Media and Society*. 23(2), 363-381. DOI : 10.1177/1461444820929316
- [4] C. Gilleard & P. Higgs. (2021). Agents or actants: what technology might make of later life?. *In Socio-Gerontechnology*. London, UK: Routledge, pp. 99-111.
- [5] A. Chauhan, S. K. Jakhar & C. Chauhan. (2021). The interplay of circular economy with industry 4.0 enabled smart city drivers of healthcare waste disposal. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123854. DOI : 10.1016/j.jclepro.2020.123854
- [6] E. Iob, P. Frank, A. Steptoe & D. Fancourt. (2020). Levels of severity of depressive symptoms among at-risk groups in the UK during the COVID-19 pandemic. *JAMA Network Open*. 3(10), e2026064-e2026064. DOI : 10.1001/jamanetworkopen.2020.26064
- [7] X. Li, Y. Lu, X. Fu & Y. Qi. (2021). Building the internet of things platform for smart maternal healthcare services with wearable devices and cloud computing. *Future Generation Computer System*. 118, 282-296. DOI : 10.1016/j.future.2021.01.016
- [8] M. Gao, P. Wang & L. Jiang et al. (2021). Power

- generation for wearable systems. *Energy Env. Sci.*, 14(4), 2114-2157.
DOI : 10.1039/D0EE03911J
- [9] Khan S. and Alam M. (2021). Wearable Internet of Things for personalized healthcare: Study of trends and latent research. In *Health informatics: a computational perspective in healthcare* (pp. 43-60). Springer, Singapore.
- [10] T. Poongodi, R. Krishnamurthi, R. Indrakumari, P. Suresh & B. Balusamy. (2020). Wearable devices and IoT. In *A handbook of Internet of Things in biomedical and cyber physical system* (pp. 245-273). Springer, Cham.
DOI : 10.1007/978-3-030-23983-1_10
- [11] R. Indrakumari, T. Poongodi, P. Suresh & B. Balamurugan. (2020). The growing role of Internet of Things in healthcare wearables. In *Emergence of Pharmaceutical Industry Growth with Industrial IoT Approach* (pp. 163-194). Academic Press.
- [12] M. Haghi, K. Thurow & R. Stoll. (2017). Wearable devices in medical internet of things: scientific research and commercially available devices. *Healthcare Informatics Research*, 23(1), 4-15
DOI : 10.4258/hir.2017.23.1.4
- [13] R. O'Driscoll, J. Turicchi & M. Hopkins et al. (2020). Improving energy expenditure estimates from wearable devices: a machine learning approach. *J. Sport Sciences*. 38(13), 1496-1505.
DOI : 10.1080/02640414.2020.1746088
- [14] K. Wei, L. Zhang, Y. Guo & X. Jiang. (2020). Health monitoring based on the internet of medical things: architecture, enabling technologies, and applications. *IEEE Access*, 8, 27468-27478.
DOI : 10.1109/ACCESS.2020.2971654
- [15] R. M. Aileni, G. Suciu, C. A. V. Sukuyama, S. Pasca & R. Maheswar. (2020). Cybersecurity technologies for the internet of medical wearable devices (iomwd). In *Advances in Cyber Security Analytics and Decision Systems* (pp. 117-140). Springer, Cham.
DOI : 10.1007/978-3-030-19353-9_6
- [16] M. C. Taylor. (2020). *Internet of bodies. Chap. 4 in Intervolution*. New York, USA: Columbia University Press, pp. 109-142.

정윤수(Yoon-Su Jeong)

[정회원]



- 1998년 2월 : 청주대학교 전자계산학과(공학학사)
- 2000년 2월 : 충북대학교 전자계산학과(이학석사)
- 2008년 2월 : 충북대학교 전자계산학과(이학박사)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 목원대학교 정보통신융합공학부 교수
- 관심분야 : IoT/AIoT/IIoT, 유·무선 통신 보안, 정보보호, 빅 데이터, 클라우드 컴퓨팅
- E-Mail : bukmunro@mokwon.ac.kr