

의료사물인터넷의 개념 및 의료사물인터넷 기반의 엣지 컴퓨팅 연구 동향에 관한 조사

김남규, 이충현, 오준석, 조성래*

중앙대학교

{nkkim, chlee, jsch}@uclab.re.kr, *srcho@cau.ac.kr

A study on IoMT and a survey on the IoMT-based edge computing studies

Namkyu Kim, Chunghyun Lee, Junsuk Oh, Sungrae Cho

Chung-Ang Univ.

요 약

4차 산업혁명 시대에 이르러 사물인터넷은 앞으로 미래를 이끌어 갈 기술로 주목받고 있으며, 클라우드 컴퓨팅, 엣지 컴퓨팅 등 다양한 통신 기반 어플리케이션에 적용되어 모든 것들이 연결된 사물인터넷 시대로 변화시키고 있다. 사물인터넷이 의료 분야에 적용된 형태인 의료사물인터넷은, 다양한 의료 분야에 통신 기술을 접목하여 효율성을 극대화하고 장소와 시간에 구애받지 않고 의료 서비스를 제공할 수 있도록 한다. 의료사물인터넷은 원격 모니터링, 주문형 헬스케어, 약물 관리 등 다양한 서비스를 제공하여 환자와 의료 관련 분야 종사자들이 시간과 공간에 구애받지 않도록 하며, 삶의 질을 향상시킨다. 본 논문에서는 의료사물인터넷의 개념과 특징에 대하여 알아보고, 학계에서 진행되어 온 의료사물인터넷 기반의 엣지 컴퓨팅 연구에 대해 조사한 내용을 바탕으로 논의하였다.

I. 서 론

4차 산업혁명 시대가 도래하면서 사물인터넷 (Internet of Things)은 명백히 세계를 이끌어갈 주요 기술 중 하나로 자리 잡게 되었다. 또한 사물인터넷을 기반으로 하여 산업사물인터넷 (Industrial Internet of Things), 지능형 사물인터넷 (Artificial Intelligence of Things), 의료사물인터넷 (Internet of Medical Things, IoMT) 등 여러 분야에서 사물인터넷을 적용시킨 새로운 패러다임이 등장하였다. 이 중에서 의료사물인터넷은 개인의 건강, 의료에 관한 정보, 의료 플랫폼 등 의료에 관련된 기기, 시스템 등을 인터넷에 연결하여 개인 및 병원의 의료 관련 서비스의 접근성과 효율성을 향상시킨다. 딜로이트 (Deloitte)는 전체 의료사물인터넷 시장이 2017년 410억 달러에서 2022년 1580억 달러로 약 385% 성장할 것으로 전망하였다. 의료사물인터넷은 다음과 같은 맞춤형 서비스를 제공할 수 있다 [1].

- 환자에게 부착된 심박수 센서, 온도 센서 등을 통한 지속적인 원격 모니터링.
- 주문형 헬스케어 (On-Demand Healthcare) 서비스를 통해, 병원에 가지 않더라도 연중무휴로 의료 서비스에 접근.
- 약물 관리를 통한 효율적인 치료 및 예방 시스템.
- 의료기관의 워크플로우 관리.

그러나 기존 클라우드 서버를 기반으로 하는 의료사물인터넷의 경우, 하나의 클라우드 서버에 트래픽이 집중되면서 높은 지연시간과 같은 문제가 발생할 수 있다. 엣지 컴퓨팅은 이러한 기존 클라우드 컴퓨팅의 문제에 대한 해결책 중에서도 가장 유망한 접근법이다. 엣지 컴퓨팅은 휴대전화나 의료 센서 등 Medical User Equipment (MUE)에 근접한 위치에 서버를 배치함으로써, 낮은 지연시간과 높은 전송률을 만족할 수 있다. 엣지 서버



그림 1. 의료사물인터넷을 통해 제공될 수 있는 서비스.

의 경우 클라우드 서버에 비해서는 컴퓨팅 용량이 뒤처지지만, MUE보다는 우월한 컴퓨팅 용량을 가지기 때문에 낮은 컴퓨팅 용량을 가지는 MUE가 작업을 엣지 서버에 오프로드함으로써 사용자에게 높은 서비스 품질을 제공한다. 본 논문에서는 의료사물인터넷 기반의 엣지 컴퓨팅 환경에서 실시된 다양한 연구에 대해 조사하여, 의료사물인터넷이 우리 생활에 어떻게 적용될 수 있는지 알아본다.

II. 본론

본 섹션에서는 의료사물인터넷과 엣지 컴퓨팅을 기반으로 한 연구들에 대하여 조사 및 분석 하였다. 대부분의 연구들은 딥러닝 기술이 적용하여 사용자의 데이터로부터 사용자의 현재 건강 상태를 예측하고, 이러한 결과를 기반으로 클라우드 서버와 연결된 병원 데이터베이스에 전송하거나, 필요한 조치를 취한다 [2, 3, 4].

Rachakonda 등은 의료사물인터넷 엣지 컴퓨팅 환경에서 각 사용자의 신체 온도, 속도 및 땀을 통해서 스트레스 수준을 모니터링 하는 시스템을 제안하였다 [2]., 각 사용자의 데이터는 엣지 및 클라우드에 전송 및 저장되며 개인의 스트레스 수준을 실시간으로 모니터링한다. 해당 논문에서는 딥러닝 기술을 사용하여 사용자의 데이터를 기반으로 사용자가 받는 스트레스 정도를 예측하였으며, 98.3% - 99.7%의 정확도를 보였다.

Pustokhina 등은 엣지 컴퓨팅 및 의료사물인터넷 기반의 환경에서 실시간으로 환자의 정보를 수집하며 학습을 통해 진단의 정확도를 높이는 ETS-DNN 모델을 제안하였다 [3]. 제안된 ETS-DNN 모델은 Hybrid Modified Water Wave Optimization 기법을 사용하여 심층인공신경망 모델의 매개 변수를 조정한다. 딥러닝 모델은 엣지 서버에서 실행되어 사용자에게 대한 보고서를 생성하며, 이 보고서는 클라우드 서버로 전송되어 의료 전문가 및 병원 데이터베이스에게 전달된다. 이러한 통신 구조는 클라우드 서버에 집중되는 부하를 엣지 서버로 분산시켜 효율적인 통신 인프라를 구축할 수 있도록 한다.

Sayed 등은 간질과 같은 질병에 의한 발작을 제어하기 위해서, 의료사물인터넷 기반의 통합 약물 전달 시스템 (iDDS)을 제안하였다. iDDS는 환자에 대한 데이터를 추출하여 발작을 탐지하며, 밸브가 없는 이중 마이크로 펌프를 통해서 환자의 표적 영역에 약물이 주입된다.

Wang 등은 의료사물인터넷에서 발생하기 쉬운 개인 정보의 유출을 해결하기 위해서 엣지 컴퓨팅 기반의 데이터 접근 제어 기법을 제안하였다 [5]. 데이터 접근은 엣지 서버 근처에 위치한 접근 제어자를 통해 허가를 받아야 하는데, 서비스 요청 정보는 요청 신분, 요청 시간 및 프라이버시 수준을 포함하며, 프라이버시 수준이 높을수록 높은 보안 등급이 요구된다. 또한 접근 제어자가 엣지 서버에 존재하므로 클라우드 서버에서 접근을 제어하는 것에 비하여 접근 속도가 빠른 이점이 있다.

III. 결론

본 논문에서는 의료사물인터넷의 개념과 특징에 대해서 논의하고, 의료사물인터넷과 엣지 컴퓨팅을 주제로 한 연구들이 대해 조사하였다. WiFi, 5세대 이동통신 등 통신 기술이 지속적으로 발달하면서 의료사물인터넷 또한 큰 성장이 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학사업의 연구결과로 수행되었음 (20170001000041001)

참 고 문 헌

[1] 한국보건산업진흥원, “보건산업 4차 산업혁명 시리즈: 글로벌 의료사물인터넷 (Internet of Medical Things, IoMT) 시장동향”, 2017, (<https://www.itfind.or.kr/publication/regular/periodical/read.do?selectedId=02-001-171228-000014>)

[2] L. Rachakonda, S. P. Mohanty, E. Kougianos and P. Sundaravadivel, "Stress-Lysis: A DNN-Integrated Edge Device for Stress Level Detection in the IoMT," in IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 65, no. 4, pp. 474-483, Nov. 2019.

[3] I. V. Pustokhina, D. A. Pustokhin, D. Gupta, A. Khanna, K. Shankar and G. N. Nguyen, "An Effective Training Scheme for Deep Neural Network in Edge Computing Enabled Internet of Medical Things (IoMT) Systems," in IEEE Access, vol. 8, pp. 107112-107123, 2020.

[4] M. A. Sayeed, S. P. Mohanty, E. Kougianos and H. Zaveri, "iDDS: An Edge-Device in IoMT for Automatic Seizure Control using On-Time Drug Delivery," 2020 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), Las Vegas, NV, USA, 2020, pp. 1-6.

[5] X. Wang, L. Wang, Y. Li and K. Gai, "Privacy-Aware Efficient Fine-Grained Data Access Control in Internet of Medical Things Based Fog Computing," in IEEE Access, vol. 6, pp. 47657-47665, 2018.