

구급상황에서의 데이터 수집을 위한 디바이스 연동 프레임워크 설계

안혜성^{1*}, 이현민¹, 김성윤¹, 조정찬¹, 김현우^{1†}

한국전자기술연구원, 메디컬IT융합연구센터¹

Design of a Device Integration Framework for Data Collection in Emergency Situations

HyeSeong An^{1*}, Hyunmin Lee¹, Seongyoon Kim¹, Jungchan Cho¹, Hyunwoo Kim^{1†}

Korea Electronics Technology Institute¹

*anhs@keti.re.kr

Abstract

This study designed a modular integration framework for unified management of emergency data generated from various heterogeneous wearable devices used by paramedics. The proposed framework consists of two layers: a device interface plugin layer and a platform integration layer. The plugin-based structure automatically detects multiple communication interfaces such as USB, Serial, Wi-Fi, and BLE, enabling standardized data processing across devices. The platform integration layer is designed with a Service Gateway–Service Broker–Service Binding architecture, which manages data registration, authentication, and status monitoring, while a message-broker-based streaming mechanism ensures stable and scalable data transmission. This design establishes a structural foundation that enables reliable integration of diverse wearable devices in emergency environments and supports both real-time data processing and system scalability.

1. 연구 배경

2023년 소방청 권고 기준에 따르면, 3교대(7/24/365) 근무 체계를 기준으로 구급차 1대당 최소 9명의 구급대원이 배치되어야 한다. 그러나 실제 현장에서는 평균 6.2명에 불과해 약 13%의 인력이 부족한 실정이다. 이러한 인력 부족은 구급대원의 업무 부담을 가중시키고, 이송 과정에서의 상황을 실시간으로 기록하는 데 제약을 초래한다. 결과적으로 대부분의 구급 기록은 이송이 완료된 후 불명확한 기억에 의존해 작성되며, 이로 인해 현장 대응 데이터의 정확성과 신뢰성이 충분히 확보되지 못하는 한계가 존재한다.

최근에는 구급대원의 대응 효율을 향상시키기 위해, 구급대원이 착용하는 카메라와 마이크, 그리고 응급환자에게 부착된 생체신호 센서 등 다양한 웨어러블 디바이스를 통합적으로 활용하려는 시도가 이루어지고 있다. 그러나 각 디바이스의 제조사, 통신 프로토콜, 데이터 포맷이 서로 달라 실시간 연동과 통합 관리에 어려움이 있으며, 특히 여러 디바이스가 동시에 동작하는 구급상황에서는 데이터 전송 지연, 포맷 불일치, 연결 불안정 등의 문제로 현장 대응의 효율성이 저하될 수 있다 [1][2].

이에 본 연구에서는 구급대원이 착용하는 디바이스에서 수집된 신호와 응급환자의 생체신호 데이터를 하나의 구급 대응 플랫폼에서 통합적으로 연동 및 관리할 수 있는 모듈형 프레임워크를 설계하고자 한다. 제안된 구조는 디바이스 간 이기종성을 최소화하며, 실시간 데이터 연계성과 시스템 확장성을 확보하도록 설계되었다. 이를 기반으로 구급 현장에서의 데이터 신뢰성과 운영 효율성을 향상시키는 것을 목표로 한다.

2. 연구 방법

본 연구는 구급상황에서 이기종 디바이스 간의 효율적 데이터 연동과 관리가 가능한 통합 프레임워크를 설계하였다.

먼저, 구급대원이 사용하는 카메라, 마이크, 생체신호 센서 등 다양한 디바이스의 통신 프로토콜과 데이터 구조를 분석하였다. 이를 기반으로 각 디바이스가 USB, Serial, Wi-Fi,

Ethernet, BLE 등 다양한 인터페이스로 연결되더라도 동일한 처리 절차를 통해 통합될 수 있도록 모듈형 플러그인 기반 인터페이스 구조를 설계하였다.

설계된 시스템은 I/F 플러그인 모듈을 통해 디바이스 연결을 자동으로 감지하고, 연결된 인터페이스 유형을 식별한다. 이후 인터페이스 타입에 따라 적합한 플러그인을 자동 로드하여 디바이스 데이터를 연동한다. 또한 각 디바이스에서 수집된 신호에는 JSON 기반 공통 데이터 헤더를 적용하여 시간 정보, 디바이스 ID, 이벤트 타입 등의 메타데이터를 통합하고, 이를 플랫폼 내에서 일관성 있게 관리할 수 있도록 하였다.

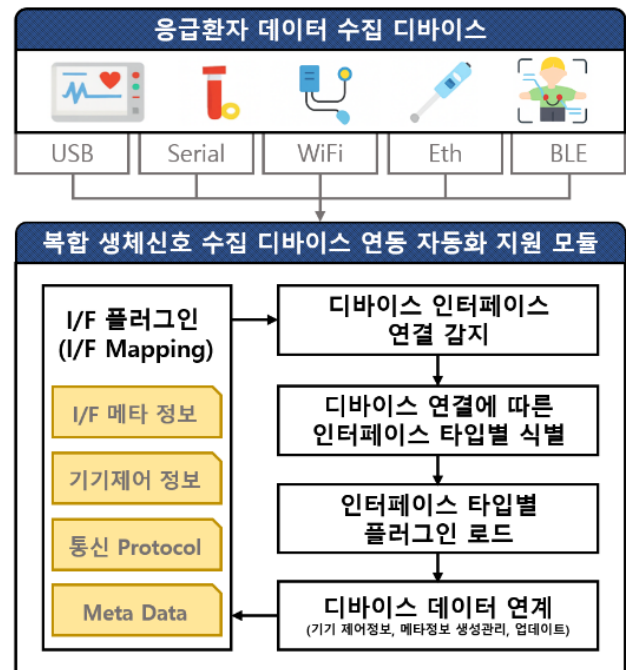


그림 1. 생체신호 수집 디바이스 연동 인터페이스 플러그인 기술 플로우차트

이후 플랫폼 간 연동 계층에서는 그림과 같이 Service Gateway – Service Broker – Service Binding 모듈 구조를 설계하였다. Service Gateway는 각 착용형 디바이스에서 발생한 데이터를 수집하여 서비스 카탈로그에 등록하고, 데이터 흐름을 표준화된 엔드포인트 형태로 관리한다. Service Binding은 게이트웨이와 브로커 간 연결을 담당하며, VM 및 컨테이너 서비스에서 요구되는 service account, connection credentials, secret key 등의 인증 정보를 관리한다. 이를 통해 플랫폼 간 서비스 접근 권한을 통일하고, 데이터 흐름의 신뢰성을 확보하였다. Service Broker는 관리형 서비스 인스턴스로서 수집된 데이터를 처리 및 저장하는 중추 역할을 수행하며, 브로커 내부의 상태 정보를 기반으로 각 데이터 스트림의 상태를 실시간 모니터링하도록 설계하였다.

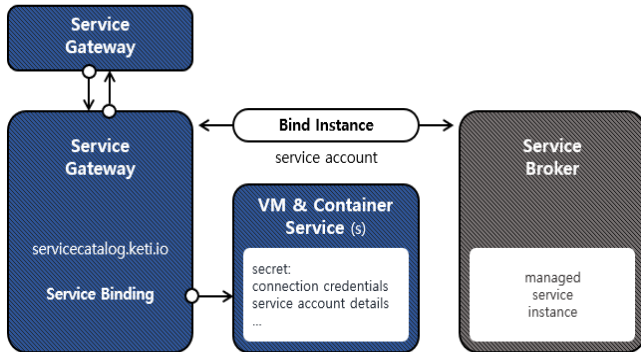


그림 2. 플랫폼 간 연동을 위한 서비스 브로커 바인딩 모듈 구조 설계안

또한, 데이터 전송 과정에는 메시지 브로커 기반 스트리밍 구조를 병행 설계하여, QoS(Quality of Service) 정책에 따른 전송 우선순위 설정과 패킷 손실 복원 기능을 지원하도록 하였다. 이를 통해 구급 데이터의 수집부터 전송, 저장에 이르는 전 과정을 계층적으로 관리할 수 있으며, 이기종 디바이스 간 연동성과 플랫폼 간 통합 운용의 안정성을 확보하였다.

결과적으로 제안된 프레임워크는 디바이스 연결 자동화와 플랫폼 연동 표준화를 동시에 달성할 수 있는 구조적 설계 방안을 제시한다.

3. 연구 결과

본 연구에서는 구급상황 대응을 위한 착용형 디바이스 연동 프레임워크를 두 계층인 디바이스 인터페이스 플러그인 구조와 플랫폼 간 Service gateway - Broker 구조로 나누어 설계하였다. 이를 통해 구급대원이 사용하는 다양한 디바이스 간 데이터 통합을 표준화하고, 수집된 데이터를 플랫폼 간 안전하게 교환 및 관리할 수 있는 기반을 마련하였다.

제안된 구조는 디바이스 추가나 통신 방식 변경에도 유연하게 대응할 수 있으며, 서비스 모듈별 기능이 분리되어 있어 시스템 확장성과 유지보수성이 용이할 것으로 기대된다. 향후에는 본 설계를 기반으로 실제 구급 현장 환경에서 프로토타입을 구현하고, 다양한 네트워크 조건에서의 안정성과 실효성을 검증할 예정이다.

4. Acknowledgements

이 연구는 소방청 및 한국산업기술기획평가원(KEIT) 연구비 지원을 받아 수행하였음. (‘RS-2023-00237637 구급 현장 통합정보 연계 지능형 구급활동 지원 플랫폼 개발 및 실증)

5.참고 문헌

- [1] Gathright, Rachel, et al. "Overview of Wearable Healthcare Devices for Clinical Decision Support in the Prehospital Setting." *Sensors* 24.24 (2024): 8204.
- [2] Hegarty-Craver, Meghan, et al. "Wearable sensors for service members and first responders: considerations for using commercially available sensors in continuous monitoring." (2024).
- [3] Damaševičius, Robertas, Nebojsa Bacanin, and Sanjay Misra. "From sensors to safety: Internet of Emergency Services (IoES) for emergency response and disaster management." *Journal of sensor and actuator networks* 12.3 (2023): 41.
- [4] Baldini, Andrea, et al. "A real-time, open-source, IoT-like, wearable monitoring platform." *Electronics* 12.6 (2023): 1498.