

머신러닝을 이용한 가상 센서 프레임워크 설계 및 구현

윤민영, 최원기, 김지형, 송민환, 이상신
 한국전자기술연구원 자율지능 IoT 연구센터
 e-mail : ymy882288@keti.re.kr, cwk1412@keti.re.kr, jkim8@keti.re.kr,
 mhsong@keti.re.kr, sslee@keti.re.kr

Design and Implementation of Virtual Sensor Framework Using Machine Learning

Min-Young Yoon, Won-Gi Choi, Ji-Hyeong Kim, Min-Hwan Song, Sang-Shin Lee
 Korea Electronics Technology Institute Autonomous IoT Research Center

요약

본 논문에서는 물리적인 센서의 가상화와 머신러닝 알고리즘 기반의 데이터 예측을 구현한 가상 센서 프레임워크를 설계하고 구현한다. 센서에서 수집된 정보를 Mobius에 등록하고 여러 가지 머신러닝 알고리즘을 서빙하는 TorchServe를 이용하여 머신러닝 모델의 예측값을 가상 센서로 전달함으로써 새로운 데이터를 추출할 수 있으며 이를 통해 다양한 IoT 서비스에 제공될 수 있다.

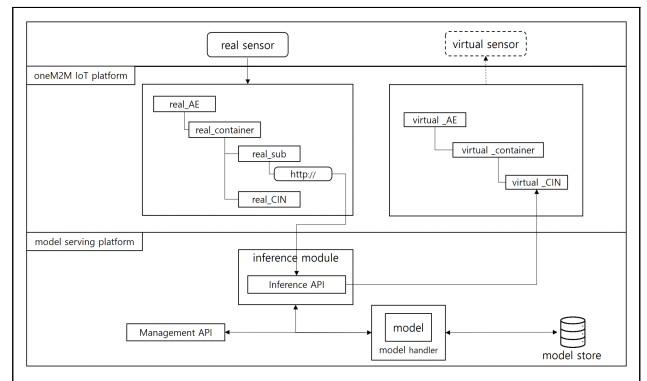
1. 서론

최근 센서를 이용한 사물인터넷(Internet of Things, IoT) 서비스가 개발되고 있으며 IoT 서비스를 제공하기 위한 서비스 플랫폼이 구축되고 있다[1]. 사물인터넷의 핵심 기술은 센서를 통해 정보를 수집하는 센싱 기술, 응용 서비스에 서비스를 제공하는 인터페이스 기술, 유무선 통신의 네트워킹 기술이 있다[2]. 3가지 핵심 기술 중 물리적 센서로부터 수집된 정보를 가공, 처리하는 기술인 센싱 기술은 IoT 서비스가 구현되는 과정에서 중요한 역할을 한다. 그러나 물리적 환경이나 여러 제약 조건으로 인해 데이터 수집은 한계가 있으며 그로 인해 데이터 부족 현상이 발생한다. 이를 해결하기 위해 가상 센서로부터 다양한 환경의 정보를 수집하여 데이터를 활용할 수 있도록 가상화 기술 개발이 이루어지고 있다.

본 논문에서는 물리적인 센서의 가상화와 머신러닝 알고리즘 기반 데이터 예측을 구현한 가상 센서 프레임워크를 설계하고 구현한다. 센서에서 수집된 정보를 여러 가지 머신러닝 알고리즘과 융합함으로써 더욱 지능적인 정보를 추출할 수 있으며 이를 통해 다양한 IoT 서비스에 제공될 수 있다.

2. 본론

본 논문의 가상 센서 프레임워크는 센서 정보를 수집 및 등록하는 IoT 서버 플랫폼, 머신러닝 모델을 통한 예측과 예측값을 전달하는 모델 서빙 플랫폼으로 구성된다. 그림 1은 가상 센서 프레임워크의 구성을 나타낸 그림이다.



[그림 1] 가상 센서 프레임워크 구조도

2.1 IoT 서버 플랫폼

IoT 서버 플랫폼은 oneM2M 표준을 따르는 Mobius를 사용하여 구현한다. Mobius는 IoT 디바이스 정보를 저장하고 센서 데이터를 응용 서비스에 전달하는 기능을 수행하는 IoT 플랫폼이다. oneM2M은 리소스 기반의 아키텍처로 구성되며, 일반적으로 많이 활용되는 리소스는 Application Entity(AE), Container, Content Instance(CIN), Subscription 등이 있다. 디바이스를 Container로 지정하고 AE에 등록하면 디바이스 데이터는 Container 하부의 CIN에 저장되며 Subscription은 CIN의 데이터가 생성될 때마다 실시간으로 HTTP request를 이용하여 전달된다[3].

2.2 모델 서빙 플랫폼

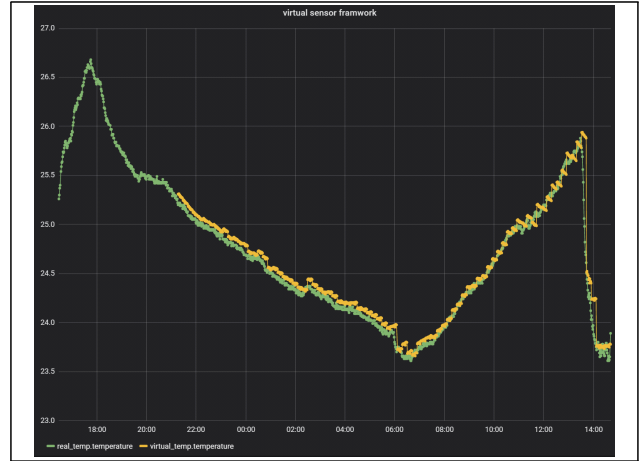
모델 서빙 플랫폼은 TorchServe를 이용하여 구현한다. TorchServe는 PyTorch로 개발된 머신러닝 모델을 배포 및 서빙하는 플랫폼이다. TorchServe는 MAR(Model Archive) 형식을 사용하여 모델을 배포하기 때문에 .mar 형식으로 압축된 모델 파일이 필요하다. torch-model-archiver CLI를 통해 MAR 파일을 생성하며, 머신러닝 모델 파일과 모델을 패키징하는 handler 파일이 사용된다. handler는 데이터 불러온 후 전처리, 모델을 통한 추론, 결과값을 전달하는 로직을 구성한다. TorchServe는 추론 및 관리에 RESTful API를 사용한다. Management API를 통해 torchserve 서버에 모델을 등록 및 조회하며 Inference API를 통해 등록된 모델을 이용해 데이터를 예측한다.

3. 구현

실제 센서를 등록하기 위해 HTTP request을 통해 Mobius에 real_AE, real_Container를 생성한다. 실제 센서는 설정된 일정 주기마다 데이터를 Moubius로 전송하고, 데이터는 real_Containe 하부의 CIN에 저장된다. 실제 센서 데이터를 기반으로 머신러닝 알고리즘을 통해 예측된 데이터는 가상 센서의 데이터가 된다. 본 논문에서 머신러닝 알고리즘은 시계열 예측 알고리즘인 LSTM 모델을 사용하여 모델 학습을 구현했으며 학습된 모델 파일과 handler를 사용하여 MAR 파일을 생성했다. 가상 센서를 등록하기 위해 HTTP request를 Mobius에 전송하면 virtual_AE, virtual_Container가 생성되고 MAR 파일을 이용하여 TorchServe의 Management API를 통해 머신러닝 모델이 등록되며 실제 센서의 리소스 정보를 이용하여 real_Sub이 생성된다. real_Sub은 실제 센서의 CIN이 생성될 때마다 모델 서빙 플랫폼의 Inference API로 실제 센서 데이터를 json 형태로 전달하게 된다.

실시간으로 전달받은 데이터는 TorchServe 서버의 handler를 통해 전처리, 모델 추론, 결과 후처리의 과정이 진행된다. 전달받은 json형태의 데이터 중 CIN 값만 추출하여 모델 입력값으로 넣을 리스트에 저장하고, 리스트의 개수가 모델의 입력 데이터 개수와 같아질 때까지 값을 추가한다. 모델의 입력 데이터로 들어갈 리스트는 전처리 과정을 거치는데, 선형 보간법을 사용하여 결측치를 처리하고 Z-점수 정규화한다. 전처리된 데이터는 등록된 모델을 통해 결과가 예측된다. 예측된 결과값은 역정규화되고 Mobius의 virtual_Container 하부의 CIN에 전송된다.

그림 2는 실제 온도 센서 데이터와 LSTM 모델을 통해 예측된 가상 온도 센서 데이터를 그래프로 나타낸 것이다.



[그림 2] 실제 온도 센서 데이터와 가상 온도 센서 데이터

4. 결론

본 논문은 oneM2M IoT 서버 플랫폼을 사용하여 가상 센서의 형태를 구축하고 실제 센서 데이터를 이용한 머신러닝 알고리즘 기반의 예측 값을 서비스로 활용할 수 있도록 구현한 가상 센서 프레임워크를 설명했다. 여러 가지의 머신러닝 알고리즘을 활용하여 센서 데이터의 값을 예측하거나 다양한 센서들과의 융합을 통해 새로운 데이터를 만들어낼 수 있는 점에서 활용도가 높을 것으로 예상된다.

Acknowledgement

이 논문은 2022년도 정부(산림청)의 재원으로 한국임업진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2022424B10-2224-0801, 산림환경 디지털 트윈 데이터 프레임워크 기술 개발 및 실증)

참고문헌

- [1] Xia, Feng, et al. "Internet of things." International journal of communication systems 25.9 (2012): 1101.
- [2] Gong, Man-Sik, Hong-Jun Chae, and Bo-Hyeon Yu. "사물인터넷 (IoT) 기술동향과 전망." Journal of the KSME 56.2 (2016): 32-36.
- [3] 이태금, et al. "Mobius (oneM2M) 와 AWS (Amazon Cloud) 의 통합 방안 및 사례." 한국정보과학회 학술발표논문집 (2018): 504-506.