

MCU 기반 인공지능 학습을 위한 Edge AI 개발 플랫폼 연구

곽준호, 전제홍, 조정훈*
경북대학교, *경북대학교

junho7513@knu.ac.kr, jehongjeon@knu.ac.kr, *jcho@knu.ac.kr

A Study on an Edge AI Development Platform for MCU-based Artificial Intelligence Learning

Junho Kwak, Jehong Jeon, Jeonghun Cho*
Kyungpook National Univ., *Kyungpook National Univ.

요 약

최근 인공지능 (Artificial Intelligence, AI)의 급격한 발전과 함께 Edge AI가 주목받고 있다. Edge AI는 데이터를 로컬에서 처리함으로써 개인정보 보호를 강화하며 네트워크 대역폭 사용을 줄이고 지연 시간을 최소화한다. 또한, 개별 장치와 환경에 대한 맞춤형 AI 모델 운영을 통해 더욱 개인화된 서비스를 제공한다. 하지만 현재 시장에서 Edge AI 개발을 지원하는 툴들은 MCU에서 완전한 AI 모델 학습을 지원하지 못한다. 우리는 이러한 한계를 극복하기 위해 MCU 기반 인공지능 학습을 위한 Edge AI 개발 플랫폼을 제안한다. 이 플랫폼은 MCU에서 AI 모델 학습까지 가능한 MCU 기반 AI 모델 생성을 제공하여 실질적인 Edge AI 개발을 제공한다. 또한, 플랫폼에서의 검증 기능을 제공해 학습 기능을 빠르게 검증하여 개발 효율성을 향상시킨다. 우리는 이 플랫폼을 구현하여 생성된 MCU 기반 AI 모델의 학습 기능을 확인하였고, 플랫폼 검증 기능에서의 학습 결과와 실제 MCU에서의 학습 결과의 비교를 통해 플랫폼의 검증 기능 또한 확인하였다.

I. 서 론

최근 인공지능(Artificial Intelligence, AI)의 급격한 발전은 다양한 산업 분야에서 혁신을 주도하고 있으며, AI 적용이 증가함에 따라 실시간 데이터 처리가 더욱 중요해지고 있다. 이와 관련하여 모든 데이터를 클라우드로 전송하여 데이터 처리를 수행하는 대신 로컬 장치에서 바로 데이터를 처리하는 Edge AI가 주목받고 있다 [1]. Edge AI는 데이터가 로컬에서 처리되기 때문에 개인정보 보호가 강화되며, 네트워크 대역폭 사용을 줄이고 지연 시간을 최소화할 수 있다. 또한, 개별 장치와 환경에 대한 맞춤형 AI 모델 운영을 통해 더욱 개인화된 서비스를 제공할 수 있다.

Edge AI의 개발을 지원하기 위해 현재 시장에는 ST NanoEdgeAI와 Qeexo AutoML 등의 개발 툴이 존재한다. 이러한 개발 툴들은 MCU에서의 AI 모델을 손쉽게 개발할 수 있는 기능을 제공하지만 완전한 AI 모델 학습 기능까지는 제공하지 않고, 대부분의 AI 모델 학습은 클라우드나 고성능 서버에서 수행된다.

이러한 한계를 극복하기 위해 우리는 MCU 기반 인공지능 학습을 위한 Edge AI 개발 플랫폼을 제안한다. 이 플랫폼은 MCU에서 AI 모델 학습까지 가능한 Edge AI 개발 환경을 제공하고, 학습 기능에 대한 검증 환경까지 제공하여 사용자의 개발 효율성을 향상시킨다.

본 논문은 2장에서 제안하는 MCU 기반 인공지능 학습을 위한 Edge AI 플랫폼에 대해 설명하고, 3장에서 이 플랫폼에 대한 실험 결과를 설명한다. 그리고 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

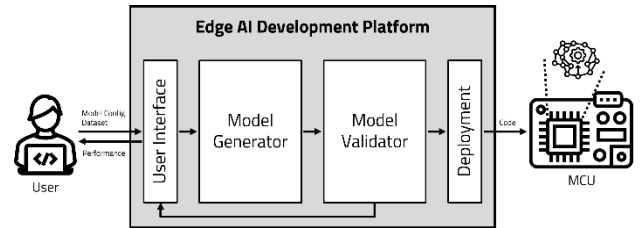


그림 1. MCU 기반 인공지능 학습을 위한 Edge AI 개발 플랫폼 구조

II. MCU 기반 인공지능 학습을 위한 Edge AI 개발 플랫폼

MCU 기반 인공지능 학습을 위한 Edge AI 개발 플랫폼은 그림 1과 같이 User Interface, Model Generator, Model Validator, 그리고 Deployment로 구성된다. User Interface는 사용자와 상호작용을 수행하며 AI 모델에 대한 설정 정보와 데이터셋 정보를 입력 받고, 생성된 AI 모델에 대한 성능을 사용자에게 제공한다. Model Generator는 사용자의 설정 정보를 바탕으로 MCU에서 학습까지 가능한 MCU 기반 AI 모델을 생성한다. Model Validator는 생성된 AI 모델을 검증하여 성능과 학습 기능 검증 결과를 사용자에게 제공한다. Deployment는 MCU 기반 AI 모델을 MCU에서 적용할 수 있도록 소스코드를 제공한다.

그림 2는 Edge AI 개발 플랫폼의 동작 순서를 보여준다. 사용자가 User Interface를 통해 모델 설정 정보와 데이터셋 정보를 입력하면 Model Generator는 해당 정보를 바탕으로 AI 모델을 생성한다. 그 후, 데이터셋을 활용하여 사전 학습을 수행하고, 이를 MCU

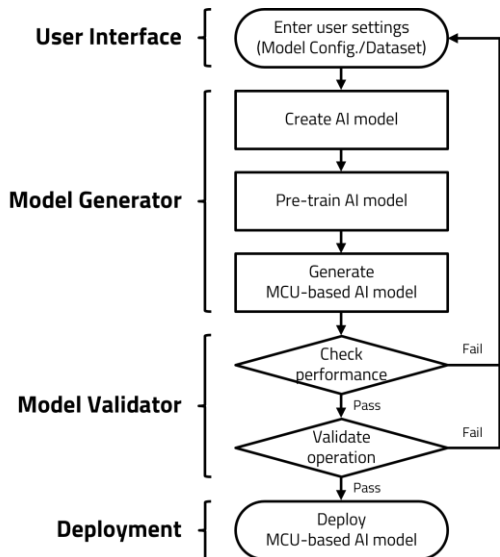


그림 2. Edge AI 개발 플랫폼 동작 순서도

기반 AI 모델로 생성한다. Model Validator 는 생성된 MCU 기반 AI 모델을 검증한다. 만약 해당 모델이 성능이 충분하지 않거나 MCU 기반 AI 모델의 학습 기능이 정상적으로 동작하지 않는다면 사용자에게 알려주어 다시 진행하도록 한다. Model Validator 를 통과하면 Deployment 는 MCU 기반 AI 모델을 소스코드로 제공하여 MCU에 적용할 수 있게 한다.

III. 실험 결과

<표 1> 실험 환경

	PC	MCU
Core	Intel i7-12700	STM32L411
Clock speed	2.10 GHz	84 MHz
RAM	16 GB	128 KB

<표 2> 모델 설정 정보

항목	설정값
모델 구조	Input(1), RNN(1), Dense(1)
Input layer 크기	12
RNN layer 종류	Simple Cell
RNN layer 은닉 상태 크기	3
RNN layer 활성화 함수	tanh
학습률	0.001
최적화 알고리즘	adam
손실 함수	MAE
Epochs	50
Batch 크기	32

우리는 제안하는 Edge AI 개발 플랫폼을 구현하여 동작을 확인했다. 표 1 은 우리가 수행한 실험 환경을 보여준다. 우리는 표 1 의 PC 환경에 Edge AI 개발 플랫폼을 구현하여 동작을 확인했으며, 이 플랫폼을 통해 개발한 MCU 기반 AI 모델을 표 1 의 MCU 환경에 적용하여 그 결과를 확인했다.

표 2 는 우리가 설정한 모델의 정보를 보여준다. 시계열 데이터를 처리하기 위해 RNN 모델을 설정했으며 데이터셋으로는 UCI Machine Learning Repository 에서 제공하는 Individual Household Electric Power

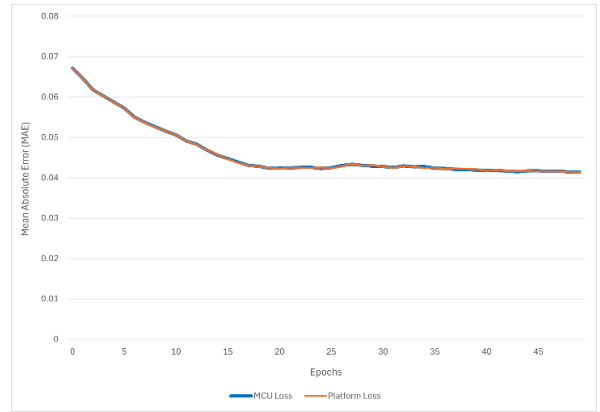


그림 3. Edge AI 개발 플랫폼과 MCU에서의 학습 결과

Consumption 을 사용했다. 이 데이터셋은 4 년간 Sceaux 지역의 전력 소비량에 대한 시계열 데이터셋이다.

우리는 PC 환경에서 Python 을 통해 Edge AI 개발 플랫폼을 구현했다. 그리고 위 설정을 플랫폼에 입력하여 Model Validator 단계에서 검증한 MCU 기반 AI 모델의 학습 결과와 이 모델을 실제 MCU 에 적용했을 때의 학습 결과를 비교했고, 그림 3 은 그 결과를 보여준다. 플랫폼에서 측정된 Epoch 에 따른 Loss 값 변화와 MCU 에서 측정된 Loss 값 변화가 거의 동일한 것을 확인할 수 있다. 이를 통해 MCU 에서 학습이 가능한 AI 모델이 생성된 것을 확인하였고, 플랫폼에서 미리 해당 모델의 학습 기능을 검증할 수 있다는 것을 확인하였다.

IV. 결론

본 논문에서 우리는 MCU 기반 인공지능 학습을 위한 Edge AI 개발 플랫폼을 제안하였다. 이 플랫폼은 사용자에게 Edge AI 개발을 지원하며 MCU 에서 학습까지 가능한 MCU 기반 AI 모델을 생성한다. 또한, 해당 모델의 성능과 동작을 플랫폼에서 미리 검증하여 그 정보를 사용자에게 제공한다. 이 Edge AI 개발 플랫폼은 MCU 에서 학습까지 수행할 수 있는 AI 모델을 생성하여 실질적인 Edge AI 를 지원할 수 있고, MCU 에서 동작을 확인하기 전에 미리 플랫폼에서 학습 동작을 검증함으로써 개발 효율성을 향상시킨다.

향후, 우리는 해당 플랫폼이 더 다양한 인공지능 모델을 지원하고 사용자에게 더욱 효율적인 환경을 제공하기 위해 연구를 지속할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2023 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.

1711160343, 차량 ECU 응용소프트웨어 개발 및 검증자동화를 위한 가상 ECU 기반 차량레벨 통합 시뮬레이션 기술개발).

참고 문헌

- [1] Y. Shi, K. Yang, T. Jiang, J. Zhang and K. B. Letaief, "Communication-Efficient Edge AI: Algorithms and Systems," in IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 22, no. 4, pp. 2167-2191, Fourthquarter 2020.