

딥러닝 모델 기반 모바일 단말과 에지 서버 연계형 상품 객체 분류 기술

김동철, 서경은, 양창모

한국전자기술연구원

dckim@keti.re.kr, ke.seo@keti.re.kr, cmyang@keti.re.kr

Deep Learning Model-based Mobile Device and Edge Server-linked Product Object Classification Scheme

Dongchil Kim, Kyeongeun Seo, Chang Mo Yang

Korea Electronics Technology Institute

요약

본 논문은 모바일 단말에서 촬영한 상품 객체를 에지 서버와 연계하여 딥러닝 기반으로 상품 객체를 분류하는 기술을 제시한다. 사용자는 모바일 단말을 통해 분류할 상품 객체를 촬영하고 이를 에지 서버로 전송한다. 에지 서버는 수신한 이미지 프레임에서 상품 객체를 분류한 후, 해당 정보를 모바일 단말로 전송한다. 또한, 에지 서버는 딸기, 오렌지, 파인애플, 바나나, 레몬 등의 상품 객체 분류가 가능하며, 분류된 객체를 가장 높은 확률 순서대로 전송한다.

I. 서론

최근 인공지능 기술을 활용하여 상품 객체를 분류하고 이를 온라인 판매와 연결하는 기술이 등장하고 있다. 이러한 기술을 통해 디지털 변화에 어려움을 겪고 있는 소상공인이 온라인에서 상품을 판매할 수 있게 된다 [1]. 상품 객체 분류의 핵심인 딥러닝 기술은 대량의 데이터를 학습하여 높은 정확도의 예측 및 분류를 수행할 수 있는 강력한 도구이다. 이미지 인식 및 분류 분야에서의 딥러닝 모델의 발전은 높은 성과를 이뤘으며, 이를 활용한 상품 객체 분류는 온라인 판매의 효율성을 극대화하는 데 크게 기여하고 있다. 소상공인들은 이러한 기술을 도입함으로써 상품 관리와 판매 과정을 자동화하고, 이를 통해 고객에게 더욱 신속하고 정확한 서비스를 제공할 수 있게 되었다 [2].

본 논문에서는 사용자가 모바일 단말로 촬영한 상품 객체를 분류하여 확인할 수 있는 기술을 제안한다. 제안된 기술은 모바일 단말에서 촬영된 이미지 프레임을 에지 서버로 전송하고, 에지 서버는 딥러닝 기반으로 상품 객체를 분류한다. 분류된 상품 객체 정보는 다시 모바일 단말로 전송된다. 에지 서버에서는 딸기, 오렌지, 파인애플, 바나나, 레몬 등 과일 객체의 분류가 가능하다. 실제 구현을 통해 모바일 단말과 에지 서버가 연계되어 상품 객체를 분류하는 과정을 검증하였다.

II. 본론

모바일 단말에서 상품 객체 이미지를 취득하기 위해 안드로이드 앱을 개발하였다. 상품 객체를 취득하는 안드로이드 앱은 그림 1과 같이 사진 찍기 버튼을 클릭하여 이미지를 촬영하고 확인 후 미리 보기 상태에서 분석하기 버튼을 클릭하여 해당 이미지를 에지 서버로 전송한다.

에지 서버는 모바일 단말로부터 상품 객체가 포함된 이미지를 수신한 후, 딥러닝 기반 상품 객체 탐지 모델을 이용하여 프레임 내 객체를 분류한다. 모바일 단말과 에지 서버를 연계하여 상품 분류를 수행하기 위해

FastAPI 프레임워크를 사용하였다. FastAPI는 Python으로 개발된 웹 프레임워크로 비동기 지원이 가능하고, 최소한의 코드로 복잡한 API를 개발할 수 있어 개발 속도가 빠른 장점을 가진다. 에지 서버에는 ImageNet [3]에서 5종의 클래스를 학습한 RegNetX 800MF[4] 모델이 탑재되어 있다. RegNetX는 이미지 분류 분야에서 높은 성능을 도출할 수 있도록 설계된 신경망 모델이며, 리소스가 제한적인 에지 서버에 적합하다. 에지 서버는 표 1과 같이 Texas Instruments(TI)의 TDA4VM 프로세서 기반의 보드를 활용하였으며, 상품 분류 모델인 RegNetX 800MF가 동작할 수 있도록 최적화를 수행하였다.

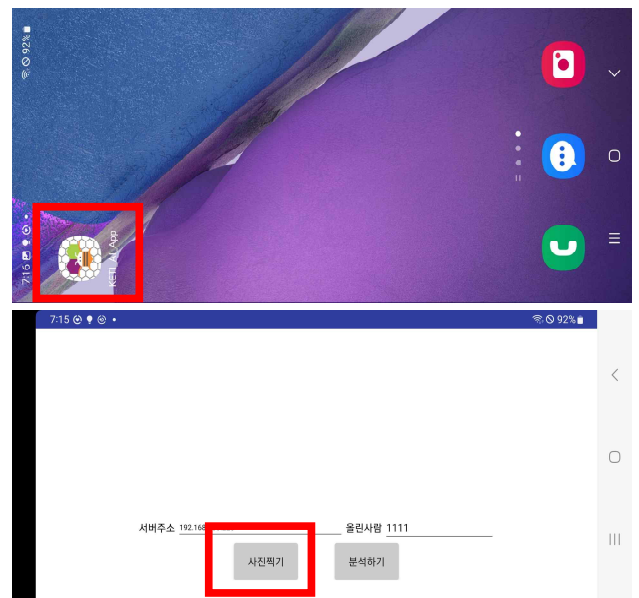


그림 1 상품 객체 취득용 안드로이드 앱 및 실행화면

표 1 에지 서버 주요 하드웨어 성능

요소	세부사항
프로세서 코어	- Dual 64-bit Arm Cortex-A72, 최대 2.0GHz - Deep-Learning Matrix Multiply Accelerator (MMA), 최대 8 TOPS (8b) at 1.0GHz
DSP	- C7x Floating Point, Vector DSP, 최대 1.0GHz, 80 GFLOPS - Two C66x Floating Point DSPs, 최대 1.35GHz, 40 GFLOPS
메모리	- On-chip L3 RAM: 최대 8MB with ECC and coherency - External Memory Interface (EMIF): LPDDR4 최대 4266MT/s, 32-bit data bus with ECC

에지 서버에서 분석된 결과는 그림 2와 같다. 에지 서버는 모바일 단말로부터 수신한 이미지 프레임에 RegNetX 800MF 모델 기반으로 분석한다. 에지 서버에서 분석할 수 있는 5종의 클래스 중에서 가장 높은 확률을 가진 결과를 제시한다. 모바일 단말은 그림 3과 같이 에지 서버로부터 수신한 상위 5개의 클래스 정보를 표시한다.

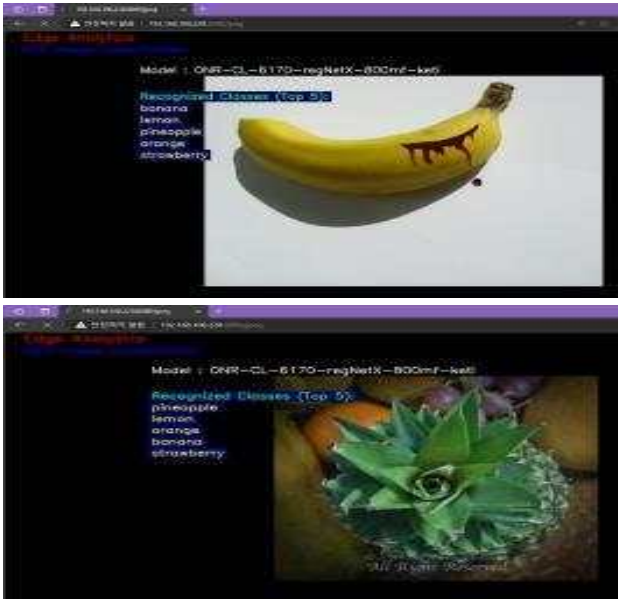


그림 2 에지 서버의 상품 객체 분류 결과

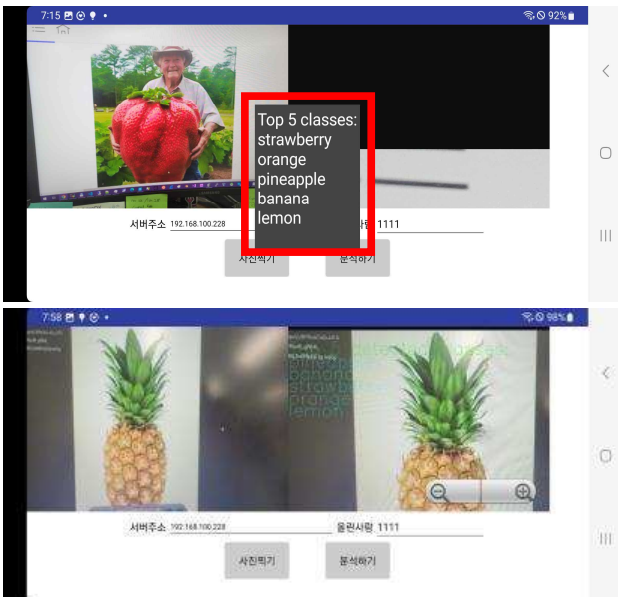


그림 3 에지 서버로부터 분석된 객체 분류 정보 수신 화면

에지 서버에서는 딸기와 파인애플 객체가 포함된 각 이미지 프레임에서 딸기와 파인애플을 정확하게 분류하는 것을 확인할 수 있다. 사용자는 모바일 단말에서 표출된 정보를 확인할 수 있으며, 해당 정보와 상품 객체 이미지를 상품 관리 서버로 전송할 수 있다. 상품 관리 서버에서 상품 객체 이미지와 해당 정보를 활용하여 온라인 판매를 할 수 있다. 그림 4는 모바일 단말과 에지 서버 연계 기반 상품 객체 분류 시스템의 구성을 나타낸다. 모바일 단말에서 상품 객체를 촬영하고, 해당 영상이 정상적으로 촬영되었는지 확인한 후 에지 서버로 전송한다. 에지 서버는 모바일 단말로부터 수신한 이미지 프레임 내 상품 객체를 RegNetX 800MF 모델 기반으로 분류하고, 해당 정보를 모바일 단말로 전송한다.



그림 4 모바일 단말과 에지 서버 연계 기반 상품 객체 분류 시스템

III. 결론

본 논문에서는 딥러닝 모델을 기반으로 한 모바일 단말과 에지 서버 연계형 상품 객체 분류 기술을 제안하였다. 상품 객체 이미지를 취득하기 위해 안드로이드 앱을 개발하였으며, 상품 객체 분류를 위해 TI의 TDA4VM 프로세서 기반의 보드에 ImageNet에서 학습한 5종 객체를 분류할 수 있는 RegNetX 800MF 모델을 탑재하였다. 실제 구현을 통해 모바일 단말과 에지 서버가 연계되어 상품 객체를 정확하게 분류할 수 있음을 확인하였다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 2024년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(No. RS-2023-00227871, 모바일 영상의 객체 식별과 3D 데이터 생성 기반의 디지털 객체 정합 및 관리 기술 개발)

참 고 문 헌

- [1] 김동칠, 서경은, 양창모, “모바일 단말과 에지 서버 연동 기반 상품 객체 분류 방법”, 2023 대한임베디드공학회추계학술대회, pp. 315-317, Nov. 2023.
- [2] D. Kim, K. Seo, C. M. Yang, “Lightweight Deep Learning-based Product Object Classification Scheme”, The 15th International Conference on Internet(ICONI), pp.127-129, Dec. 2023.
- [3] J. Deng, W. Dong, R. Socher, L-J Li, K. Li, and L.F-Fei, “ImageNet: A Large-Scale Hierarchical Image Database”, Computer Vision and Pattern Recognition(CVPR), pp. 1-8, Jun. 2009.
- [4] I. Radosavovic, R. P. Kosaraju, R. Girshick, K. He, P. Dollár, “Designing Network Design Spaces”, 2020 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 13-19, Jun. 2020.