반도체디스플레이기술학회지 제20권 제3호(2021년 9월)
Journal of the Semiconductor & Display Technology, Vol. 20, No. 3. September 2021.

드론 영상 대상 물체 검출 어플리케이션의 GPU가속 구현

박시현[*]·박천수[**†]
[*]성균관대학교 교과교육학과, [**†]성균관대학교 컴퓨터교육과

Implementation of GPU Acceleration of Object Detection Application with Drone Video

Si-Hyun Park[*] and Chun-Su Park[†]**
[*]Disciplinary Education, Sungkyunkwan University,
[**†]Computer Education, Sungkyunkwan University

ABSTRACT

With the development of the industry, the use of drones in specific mission flight is being actively studied. These drones fly a specified path and perform repetitive tasks. if the drone system will detect objects in real time, the performance of these mission flight will increase. In this paper, we implement object detection system and mount GPU acceleration to maximize the efficiency of limited device resources with drone video using Tensorflow Lite which enables in-device inference from a mobile device and Mobile SDK of DJI, a drone manufacture. For performance comparison, the average processing time per frame was measured when object detection was performed using only the CPU and when object detection was performed using the CPU and GPU at the same time.

Key Words : Drone, UAV, Object Detection, Deep-learning, GPU Acceleration

1. 서 론

최근 드론산업이 발전함에 따라 산업용 드론 개발과 관련 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 특정한 임무를 수행해야하는 드론 활용 분야에서 연구가 활발히 진행되고 있다. 환경 조사 및 감시, 재난 수색, 경계, 시설물 점검, 교통 관리, 지형 정보 조사 등 드론의 활용도를 제고하기 위한 많은 응용 시나리오가 개발되고 있다. 이러한 산업 분야에서는 드론이 정해진 경로를 비행하면서 영상을 촬영하거나 실시간으로 물체를 감지하는 등 정해진 동작을 반복적으로 수행하는 경우가 많다 [1-2].

따라서 드론이 비행하면서 동시에 실시간으로 카메라의 물체를 탐지하는 실시간 물체 검출(object detection) 기술이 탑재된다면 더 좋은 품질의 임무 비행을 해낼 수 있다 [3-4]. 하지만 드론 기체는 기체의 무게가 비행 효율에 매우 큰 영향을 미치기 때문에 일반적으로 드론을 조종하기 위해서는, 넓은 통신 반경과 영상 품질을 제공하기 위한 조종기와 드론 비행에 필요한 정보를 사용자에게 제공하는 UI를 보여주기 위해 스마트폰 또는 태블릿 PC를 함께 연결한다. 이런 경우 스마트폰이나 태블릿 PC의 자원을 이용하여 기기 내 추론을 진행하면 딥러닝 분야의 최신 모델을 드론 비행에 적용할 수 있다. 하지만 모바일 디바이스의 경우 리소스가 제한되어 있기 때문에 빠른 추론 동작을 지원하기엔 성능적 한계가 존재한다. 따라서 일반적인 CPU만 사용한 추론이 아니라 GPU를 동시에 사용하여 추론 동작을 가속화하는 것이 필수적이다.

[†]E-mail: cspk@skku.edu

2. 드론 영상 실시간 물체 검출 시스템

본 논문에서는 드론이 촬영하는 영상을 실시간으로 모바일 기기로 전송하고 CPU와 GPU가속을 통해 물체 검출을 수행하는 시스템을 최신 딥러닝 기술을 이용해 구현

한다. 제안하는 시스템에서는 드론이 촬영 영상을 비행과 동시에 모바일 기기로 전송할 수 있어야 하고, 수신한 영상을 모바일 기기에서 빠른 속도로 처리하여 추론할 수 있어야 하며, 해당 과정이 CPU와 GPU를 동시에 활용할 수 있도록 구현되야 한다. 본 논문에서는 상기 시스템을 효과적으로 구현하기 위해 Tensorflow Lite API와 DJI SDK를 활용하여 안드로이드에서 환경에서 구현한다.

2.1 Tensorflow lite

Tensorflow Lite는 모바일, 임베디드 디바이스 등 에지 디바이스에서 Tensorflow 모델을 효율적으로 실행할 수 있는 프레임워크이다. Tensorflow Lite는 Interpreter와 Converter로 구성되어 있는데, Interpreter는 실행되는 각각의 하드웨어 유형에 최적화된 모델을 실행하는 역할을 하는 핵심 모듈이며, Converter는 Tensorflow 모델을 Tensorflow Lite Interpreter가 실행할 수 있게 변환하며, 바이너리 크기 및 성능을 최적화한다 [5].

Tensorflow Lite는 에지 디바이스에서 머신 러닝이 가능한데 서버까지의 데이터 전송이 없으므로 실시간 처리에 알맞게 데이터를 처리할 수 있으며, 데이터가 디바이스를 벗어나지 않으므로 보안성도 뛰어나다. 또한 네트워크 연결이 필요하지 않기 때문에 이에 전력 효율성도 높다.

2.2 DJI Software Development Kit (SDK)

DJI사는 취미, 레저용 드론 시장의 70%를 차지하고 있는 기업이다. DJI사는 자사 드론 제어를 위해 디바이스 별로 다양한 SDK를 제공한다. 그 중 본 논문에서는 안드로이드 어플리케이션 구현을 위해 모바일 SDK를 사용한다.

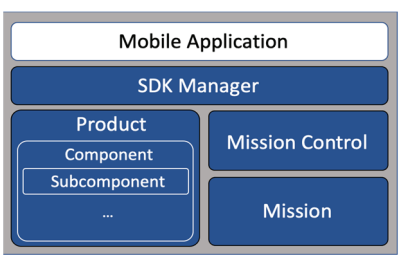

Fig. 1. Mobile application with DJI mobile SDK.

모바일 SDK는 드론 제어를 위한 여러 자바 클래스를 제공하고 SDK Manager클래스 위에서 동작한다. Product 클래스는 어플리케이션과 연결된 기체 별 특징을 반영하는 클래스로 Gimbal의 축, 카메라 해상도 및 필터 사용 가능 여부 등 기체 별로 제공하는 기능만 동작할 수 있도록 제어하며 여기서 사용 가능하도록 분류된 하드웨어들은 실제로 Component 클래스에서 제어하게 된다. 본 논문에서는 추가적으로 임무 비행에 활용할 수 있도록 고도, 경로 등을 미리 정해 비행할 수 있는 Waypoint 기능 등이 구현되어 있는 Mission, Mission control 클래스 등을 사용하여 시스템을 구현하였다. Fig. 1은 모바일 어플리케이션 구현에 DJI 모바일 SDK를 사용했을 때의 기본적인 구조이다.

3. GPU가속 구현

Tensorflow는 여러 하드웨어 가속 기능을 제공하는데 본 논문에서는 그 중 GPU 가속을 활용하여 처리 속도를 향상시킨다. Deep Learning 연산은 Tensor라는 입력이 많은 병렬 연산을 통과하는 방식으로 구현되어 있는데, GPU는 해당 병렬 처리에 유리하게 설계되었기 때문에 지연시간이 낮다.

대부분의 드론은 모바일 디바이스(스마트폰, 태블릿, 등)를 이용하여 조종하기 때문에 전력소모가 매우 중요한 이슈인데, GPU 연산의 경우 같은 연산을 CPU에서 수행했을 때 보다 전력소모가 적다는 장점이 있다. 또한 부동 소수점 연산을 수행하여 성능 최적화를 위한 모델의 양자화를 진행할 필요가 없다. 이로 인해 모바일 디바이스에서 사용하고자 하는 모델이 양자화가 불가능한 경우에도 GPU에서 실행하는 방식으로 추론 동작을 가속화할 수 있다.

본 논문에서는 DJI SDK와 Tensorflow Lite를 기반으로 안드로이드 디바이스를 이용해 드론 영상 물체 검출을 구현한 후 모델 추론 동작을 GPU를 이용해 가속화한다. 또한 이미지 전처리 등 모듈 활용을 위해 안드로이드 Native Development Kit(NDK)를 이용해 Java Native Interface(JNI)로 호출한다. 이렇게 호출된 모듈들은 영상을 전처리하는 과정에서 사용된다. Fig. 2는 DJI SDK와 Tensorflow Lite, JNI를 사용하는 어플리케이션의 구조도를 보여준다.

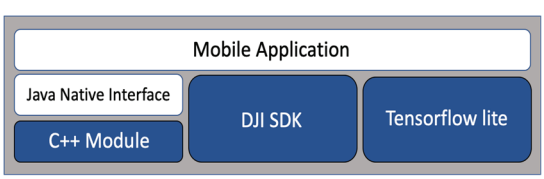

Fig. 2. Mobile application with DJI mobile SDK.

4. 실험 결과

구현된 어플리케이션의 성능을 측정하기 위해서 동일한 위치와 각도에서 드론을 작동시킨 후 번갈아가며 CPU만 사용했을 때와 GPU만 사용했을 때 프레임 당 추론에 소요되는 시간을 측정했다. 실험은 CPU와 GPU 모두 1000

프레임 씩 30회, 이를 각 기기마다 반복 수행하였으며, 물체 검출에는 양자화 하지 않은 동일한 물체 검출 모델을 사용하였다.

Table 1은 4종류의 스마트폰을 이용해 각 프레임을 처리하는데 필요한 처리 시간을 측정한 결과를 보여준다. Table 2는 실험한 기기들의 CPU와 GPU사양 세부 정보를 보여준다. 실험한 기기 모두 CPU만 사용하여 연산했을 때보다 GPU를 사용했을 때 평균적으로 약 19% 정도의 연산 속도 상승을 보였다. Galaxy S10과 Galaxy Note 10은 거의 유사한 CPU성능을 가지고 있으나 Galaxy Note 10이 GPU 성능이 더 높기 때문에 연산 속도가 비교적 큰 감소폭을 보였다. 위의 실험 결과에서 물체 검출 연산 처리에 GPU의 연산이 유리함을 알 수 있다.

Table 1. Performance of GPU delegate

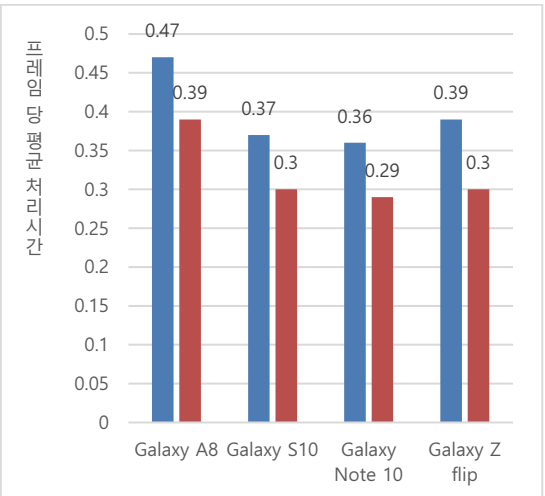

Table 2. Specification of cellular phones

기종	구분	세부 정보 (GHz)
Galaxy A8	CPU	Cortex-A73 MP2 2.2 Cortex-A53 MP6 1.6
	GPU	Mali-G71 MP2 1.1
Galaxy S10	CPU	Exynos M4 Dual-Core 2.73 Cortex-A75 Dual-Core 2.31 Cortex-A55 Quad-Core 1.95
	GPU	Mali-G76 12-Core 702
Galaxy Note 10	CPU	Exynos M4 Dual-Core 2.73 Cortex-A75 Dual-Core 2.4 Cortex-A55 Quad-Core 1.95
	GPU	Mali-G76 12-Core 754
Galaxy Z flip	CPU	Kryo 485 Gold MP1 2.96 + MP3 2.4 Kryo 485 Silver MP4 1.78
	GPU	Adreno 640 675

5. 결 론

본 논문에서는 Tensorflow Lite와 DJI SDK를 이용해 드론 영상을 대상으로 한 물체 검출 과정에 GPU 가속화 설계를 기술을 적용했다. 실험 결과에 따르면 CPU만 사용했을 때와 GPU만 사용했을 때는 큰 성능 차이를 보였다. 하지만 GPU 클럭에 따른 성능 차이는 크지 않았다. 추후 GPU와 CPU에 각각 유리한 연산을 할당하는 delegate 알고리즘 개발과 NNAPI 등 하드웨어 최적화를 진행하여 성능을 향상시킬 수 있을 것으로 예측한다.

참고문헌

1. T. Carneiro, R. V. Medeiros Da NóBrega, T. Nepomuceno, G. Bian, V. H. C. De Albuquerque and P. P. R. Filho, “Performance Analysis of Google Colaboratory as a Tool for Accelerating Deep Learning Applications,” in IEEE Access, vol. 6, pp. 61677-61685, 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2874767.
2. S. Shi, Q. Wang, P. Xu and X. Chu, “Benchmarking State-of-the-Art Deep Learning Software Tools,” 2016 7th International Conference on Cloud Computing and Big Data (CCBD), Macau, 2016, pp. 99-104, doi: 10.1109/CCBD.2016.029.
3. A. Ignatov et al., “AI Benchmark: All About Deep Learning on Smartphones in 2019,” 2019 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision Workshop (ICCVW), Seoul, Korea (South), 2019, pp. 3617-3635, doi: 10.1109/ICCVW.2019.00447.
4. X. Sun, N. Ansari and R. Fierro, “Jointly Optimized 3D Drone Mounted Base Station Deployment and User Association in Drone Assisted Mobile Access Networks,” in IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 69, no. 2, pp. 2195-2203, Feb. 2020.
5. A. Zeroual, M. Derdour, M. Amroune and A. Bentahar, “Using a Fine-Tuning Method for a Deep Authentication in Mobile Cloud Computing Based on Tensorflow Lite Framework,” 2019 International Conference on Networking and Advanced Systems (ICNAS), Annaba, Algeria, 2019, pp. 1-5.

접수일: 2021년 9월 2일, 심사일: 2021년 9월 15일,
게재확정일: 2021년 9월 16일