|  |
| --- |
| **자율주행 카트에서의 엣지 클라우드 프로토타입 구축**  **요 약** |

**1. 서론**

5G 이동 통신의 도래 및 SW기술 발전으로 자율주행 기술의 관심도가 점차적으로 높아지고 있다. 다만, 실내의 경우 환경적 제약조건에 따라 자율주행차의 영상처리 모듈이 필수적이다. 영상처리 모듈의 경우 실내 자율주행 카트에 위치한 컴퓨팅 환경의 성능적 제약이 발생하게 되며, 분산 클라우드 환경에서Core Cloud와 Edge Cloud간의 성능 격차로 인해 병목현상이 발생하게 된다.

이에 따라 본 연구는 Core Cloud와 Edge Cloud간의 분산 컴퓨팅을 구현하여 전체적인 네트워크 부하 분산을 목표한다. 최종적으로 시간대비 영상처리 모듈의 퍼포먼스 향상, 기존 연구에서의 병목현상을 해소할 수 있도록 한다.

**1.1. 연구배경**

최근 네트워크 토폴로지의 규모가 점차적으로 확대되면서, 클라우드 컴퓨팅환경의 실시간, 저 지연, 분산 컴퓨팅 등의 서비스 요구사항이 점차 늘어나고 있다.

특히, 지난 연구인 자율주행 카트 영상처리 모듈의 경우, 카트에 위치한 에지 클라우드단에서 영상처리를 수행할 경우 컴퓨팅 환경의 제약으로 부족한 퍼포먼스가 도출되었다. 이에 따라 코어클라우드와 에지클라우드간 통신환경을 구축하였으나, 이분화된 모듈간의 성능 격차로 실시간 통신 과정에서 병목현상이 발생하였다. 이 두 점을 미뤄보아 모듈의 세분화, 단일 프로토콜을 통한 통신과정이 필요하였다.

이에따라, 카트(Cloud-Edge단)에서 수집된 영상 원본 프레임을 머신러닝 모델의 input형식에 맞추어 전처리 작업을 진행한다. 이후 전처리된 데이터만을 Core Cloud에 송신하며, Core Cloud는 사전에 로드된 머신러닝 모델을 통해 예측값을 반환한다. 이후, Edge-Cloud는 결과값만을 수신하게된다.

이를통해 최종적으로 네트워크 전체의 부하를 분산하여 고성능 컴퓨팅환경을 구축하며, 시간대비 영상 처리모듈의 퍼포먼스 향상, 기존 연구의 문제점인 병목현상 해소를 목표한다.

**1.2. 연구목표**

기존 Edge-Cloud 단에서 수행된 영상처리 모듈의 성능 향상을 위해 Edge Cloud와 Core Cloud의 분산컴퓨팅을 구현한다. 이를 바탕으로 기존 영상처리 모듈의 전체적인 퍼포먼스 향상과 기존 연구 문제점이었던 병목현상 해소를 목표한다.

**2. 관련연구**

**2.1. 클라우드 환경에서의 분산 이미지 처리 프레임워크**

Google Cloud Platform을 활용하여 분산 환경을 기반으로 이미지를 분산으로 저장하고 Map Reduce 프레임 워크를 구축하였다. 또한 객체 식별 알고리즘중 하나인 SLIC를 적용하여 고해상도 이미지의 분산처리를 구현하였으며 객체 식별과 같은 이미지 처리 알고리즘에도 해당 프레임워크의 적용가능성을 검증하였다.

**2.1.1. AWS Lambda Serverless Computing 기술을 활용한 효율적인 딥러닝 기반 이미지 인식 서비스 시스템**

AWS Lambda Serverless Computing 기술을 활용하여 비용 절감뿐만 아니라 처리 시간 및 용량제한 문제를 해결하여 대형 신경망 모델을 서비스하기에 효율적인 성능을 보임을 확인하였다.

AWS의 Core Cloud서버를 활용하여 보다 효율적인 서비스를 제시하여 인프라 설계 단계의 비용, 처리 성능 등을 향상하였지만 신경망 모델의 학습부분에서 서버를 활용한 사례로, 자율주행 카트의 분산클라우드 환경에 직접적인 적용에는 무리가 있다.

**2.1.2. 클라우드 서버 환경에서 Lidar 센서와 Yolo v3 라이브러리를 이용한 360도 영상 인식 시스템 구현**

LIDAR 센서와 360도 카메라를 활용하여 클라우드 환경에서 동작하는 영상인식 시스템을 구현하였다. LIDAR센서 에서 움직임이 감지될 경우 녹화를 진행하는 방식으로 시스템 부하를 줄였으며, AWS EC2서버를 활용하여 클라우드 환경을 구축하였다. 다만, 영상 밝기의 영향이나 360도 카메라의 왜곡현상으로 인해 객체 인식률이 미흡하다는 한계점이 잔존한다.

**2.5. 기존 연구의 문제점 및 해결 방안**

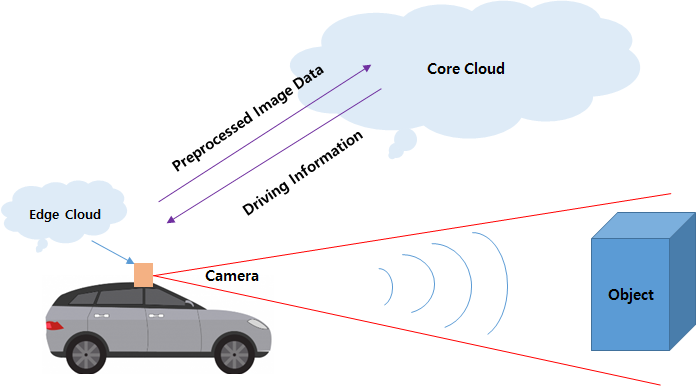
**2.5.1. 연구의 문제점 및 해결방안**

앞서 제시된 세가지 연구에서는 분산 클라우드 환경에서 다양한 이미지 인식 서비스를 다루었다.

다만, 현재 연구 진행중인 실내용 자율주행 카트의 경우, 기존 연구와는 달리 실시간 객체인식이 필요하다는 점을 미뤄볼때, 보다 효율적인 모듈의 분산환경 구축이 필수적이다. 또한, Core Cloud서버에서의 빠른 예측 응답을 수신하기 위해 Edge Cloud 역시, 단순히 이미지를 전송하는 것이 아니라 전처리가 진행된 numpy array형태를 송신, 예측값을 수신하여야 한다. 뿐만 아니라 전체적인 모듈 성능 향상을 위해, 전처리 과정에서 ROI 관심 영역 추출, 특정 색상 및 밝기 추출 등의 영상처리 알고리즘을 적용하여 정확한 결과값을 도출할 필요가 있다.

**3. 프로젝트 내용**

**3.1. 시나리오**



**[그림 1] 동작 개념도**

**[그림 1]**은 분산 클라우드의 개념도로서, 에지클라우드는 카트 위에 위치하게 된다. 카트의 전방에 부착된 카메라로부터 실시간 영상 프레임을 획득하며, 획득된 프레임은 ROI 관심영역 추출, Hough Line 변환, 특정 BGR 색상 추출 등 영상처리 알고리즘에 의해 전처리 되며 에지클라우드에 의해 코어클라우드에 위치한 머신러닝 모델의 input값에 적절하게 reshape된다.

이후, reshape된 numpy array는 Core Cloud에 전송되며 Core Cloud는 이를 수신하여 사전에 로드된 머신러닝 모델을 통해 예측값을 반환하게 되며, 이를 바탕으로 자율주행 카트의 주행정보를 Edge Cloud에 전송하게 된다.

**3.2. 요구사항**

**3.2.1. Core Cloud ML 모델 Latency 요구사항**

기존 연구에서 측정된 에지클라우드의 전처리 과정은 1초당 약 30프레임을 반환하였으며 머신러닝 예측모듈은 약 10프레임으로 병목현상이 발생하였다. 이에 따라 분산클라우드 환경에서는, Core Cloud상에 위치한 머신러닝 모델의 예측 모듈이 최소 25~30프레임을 유지해야 하며, 이를 바탕으로 두 컴퓨팅 환경 간의 간극차를 해소하여야 한다.

**3.2.2. 프로토콜 요구사항**

에지클라우드와 코어클라우드 간의 통신을 위해, 프로토콜을 통일하여야 한다. 다만 이는 전체적인 서비스 모듈의 성능을 방해하지 않는 한에서 시행되어야 하며, 주행에 필요한 최소한의 정보만을 포함하여 구성함으로써, 네트워크 부하를 줄여야한다.

**3.2.3. Critical Section 요구사항**

데이터를 송신, 수신하는 과정에서 Critical Section이 명확히 준수되어야 한다. Write 이후 Read가 수행되어야 하며 Core Cloud와 Edge Cloud간의 Signal을 통하여 서버를 동기화할 필요가 있다. 즉, Edge Cloud에서의 전처리 수행 -> 결과값 Write -> 전송모듈의 Read, 전송 -> Core Cloud 수신모듈, 수신 -> 예측모듈 수행, 예측값 반환 -> 주행정보 도출 알고리즘 수행 -> 전송모듈에 의해 주행정보 전송의 절차가 명확히 준수되어야 한다.

**4. 향후 일정**

|  |  |
| --- | --- |
| **구분** | **상세 내용** |
| 관련 연구 조사 및 한계점 분석 | * 관련 논문 검색 및 조사 |
| 개발 이전 설계 진행 | * 모듈 작성을 위한 객체 설계 * HW 환경 세팅(라즈베리파이) * AWS Library, Google Library조사 * 통신모듈 및 프로토콜 설계, 결정 * 통신을 위한 IP, Port Number 명세 |
| Edge Cloud영상 전처리 모듈 구현 | * ROI, Hough Lines변환 등 다양한 알고리즘 적용 |
| Edge Cloud전송 모듈 구현  Edge Cloud 수신 모듈 구현 | 기존에 설계된 프로토콜에 맞추어 구현 |
| Core Cloud 수신 모듈 구현  Core Cloud 객체 인식 모듈 구현  Core Cloud 전송 모듈 구현 | 기존에 설계된 프로토콜에 맞추어 구현 |

**5. 결론 및 기대효과**

코어클라우드와 에지클라우드의 분산컴퓨팅으로 인해 기존 연구에서 발생하던 병목현상을 해소할 수 있다. 뿐만 아니라, 에지클라우드의 성능을 극대화 할 수 있는 방법으로 기존 HW자원을 최대한 이용하되, 비용절감의 효과를 기대할 수 있다. 이외에도 단순히 Core Cloud에서 모든 Task를 수행하는 것보다 분산을 통해 전체적인 모듈 성능을 향상할 수 있으며, 네트워크의 부하를 분산할 수 있다는 장점이 있다. 이를 통해 저비용, 고효율의 실내 자율주행 카트를 구현할 수 있을것으로 기대한다.

**6. 참고문헌**

[1] 박강민, 허용석, and 권혁윤. "클라우드 환경에서의 분산 이미지 처리 프레임워크." *한국정보과학회 학술발표논문집* 2019.12 (2019): 158-60. Web.

[2] 이현철, Hyunchul Lee, 이성민, Sungmin Lee, 김강석, and Kangseok Kim. "AWS Lambda Serverless Computing 기술을 활용한 효율적인 딥러닝 기반 이미지 인식 서비스 시스템." *정보처리학회논문지. 소프트웨어 및 데이터 공학* 9.6 (2020): 177-86. Web.

[3] 조국한, 조현우, and 송영준. "클라우드 서버 환경에서 Lidar 센서와 Yolo V3 라이브러리를 이용한 360도 영상 인식 시스템 구현." *한국정보기술학회논문지* 18.2