

온디바이스 기반 차량 데이터 압축 기술에 관한 연구

노용철, 신대교, 장수현*

한국 전자 기술 연구원

nyc0421@keti.re.kr, dukeshin@keti.re.kr, *jang.sh@keti.re.kr

A study on vehicle data compression method using on-device platform

Ro Yong Cheol, Shin Dae Kyo, Jang Soo Hyun*

Mobility platform research center
Korea Electronics Technology Institute(KETI)

요 약

본 논문은 자율 주행 협상에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 하지만 협상 과정에서 센서 신뢰도, 협상 오류에 대한 이슈가 예상된다. 이에 따라 이력 데이터를 압축하여 저장하고 클라우드 플랫폼에 전송하여 분석이 필요하다. 다만, 온디바이스에서 이력 데이터를 전송하기 위해서는 효율적인 압축 방식이 요구된다. 본 연구에서는 차량 데이터를 분석하고 온디바이스에서 차량 데이터를 압축하기 위한 기술에 대한 연구를 진행한다.

I. 서 론

미래에는 자율 주행 차량을 포함한 커넥티드 카 및 일반 차량과 같은 다양한 형태의 차량들이 혼재된 주행상황이 도래할 것이며, 이에 따라 자율 주행 협상 기술[1]이 보편화될 것으로 예상된다. 한편, 자율주행 협상에 대한 신뢰도와 주행협상 오류 등으로 다양한 이슈가 발생할 것으로 예상되며, 따라서 자율 주행 협상 과정에서 발생된 이력 데이터들을 클라우드 수준에서 분석하고 향후 발생가능한 문제에 대한 분석이 필요하다. 따라서 자율주행 협상 과정과 관련된 차량 데이터와 협상 이력 데이터들은 클라우드에 수집 되어야하고, V2X 통신네트워크 부하를 줄이기 위해 차량에서 수집되는 이력데이터들에 대한 실시간 압축 기술이 필요하다.

한편, 최근 자율주행 데이터 처리 및 알고리즘은 온디바이스 환경에서 구현을 위한 다양한 자율주행 알고리즘 경량화에 대한 연구가 진행중이며, 자율주행 협상데이터 압축 처리 또한 온디바이스 환경에서 실시간 처리[2]되어야 한다.

본 논문에서는 온디바이스에서 수집된 차량 데이터를 전송하기 위해 데이터 압축 기술에 대한 연구를 진행하였다. 온디바이스에서 차량 데이터를 효율적으로 압축하기 위해 차량에서 수집된 데이터의 특성을 분석하고 데이터의 특징에 따른 압축 방식을 검토한다. 또한, 온디바이스에서 인공지능 기반의 데이터 압축을 활용하기 압축 방법을 제안한다.

II. 차량 센서 데이터 분석

자율 주행 차량이 주변 환경과 사물을 인지하기 위해서 다양한 종류의 센서가 활용되며 해당 센서 데이터를 바탕으로 주행 상황에 대한 인지 및 판단을 진행한다. 대표적으로 활용되는 센서의 경우, 카메라, 라이다,

GPS/IMU, CAN(Controller Area Network)가 있으며 센서 데이터의 특성 및 차량의 주행 상황 분석에 따라 데이터를 효과적으로 압축할 수 있다.

III. 데이터 압축 기술

데이터	압축 방식	압축 특성	압축 속도	압축 성능	압축 형식
Point Cloud (Lidar)	Voxelization	- 포인트 클라우드 데이터를 복셀 사이즈로 구간을 나누어 구간 내에 포인트들의 중심점으로 표현함	Very Fast	Good	손실
Image (Camera)	JPG [3]	- 이미지 데이터를 색공간 변환, DCT (Discrete Cosine Transform), 양자화와 엔트로피 코딩 방식을 활용하여 압축함.	Fast	Good	
Text (CAN)	Zlib [4]	- Deflate 압축을 활용하여 텍스트 데이터를 압축한다.	Very Fast	Good	무손실
	Dzip [5]	- 인공지능 모델 기반의 압축 방식으로 산술 부호화와 GRU 모델을 활용하여 압축한다.	Slow	Very Good	

*압축 속도 : 1MB 데이터 당 압축되는 시간 (Slow : over 1 min, Fast : 0.1 sec ~ 1 min, Very fast : under 0.1 sec)

** 성능 : Space savings[6] 지표 활용 (Good : 80 ~ 90, Very good : 90 ~)

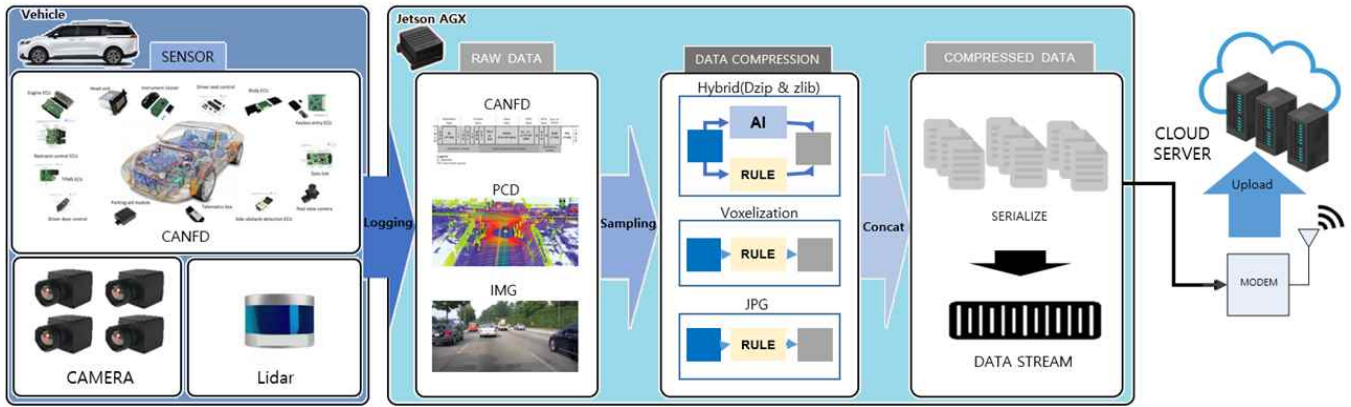


그림 1 온디바이스 데이터 압축 프로세스

데이터 압축 기술을 손실 압축과 무손실 압축으로 분류할 수 있다. 손실 압축은 데이터를 손실시켜 압축하여 무손실 압축보다 뛰어나다. 무손실 압축은 데이터를 압축 후 해제가 가능하여 데이터의 원본을 유지할 수 있지만 데이터 용량을 압축하는데 한계가 있다.

한편, 차량 내부 변화에 의존적인 센서 데이터는 주행 유무에 따라 데이터의 변화가 크기 때문에 압축 성능의 변화가 크다. 정차 중일 때는 차량 내부의 변화가 작기 때문에 규칙 기반 압축 방법을 활용 가능하며, 주행 중일 때는 변화가 크기 때문에 인공지능 기반 압축 방식이 적합하다. 주행 데이터는 압축 시, 손실되면 치명적이기 때문에 무손실 압축이 적합하다. 주변 환경에 영향이 큰 센서 데이터는 불규칙적인 주변 환경 변화를 예측하기 어렵고 무손실 압축은 데이터 압축 효과가 떨어진다. 따라서, 손실 가능한 데이터 특성을 고려하여 손실 압축을 적절하다.

CAN 데이터의 경우, 주행 특성에 의존적인 데이터이며 무손실을 고려하여 주행 시 Dzip 압축을 활용하며 정차 시 zlib[4] 압축을 적용한다. 카메라 데이터의 경우, 주변 환경 영향이 크며 대용량 데이터를 감안하여 규칙 기반 손실 압축 방법인 JPG를 활용하여 압축한다. Lidar 데이터의 경우, 주변 환경에 의존적이며 대용량 데이터를 감안하여 규칙 기반 손실 압축 방법인 Voxelization을 활용한다.

IV. 온디바이스 환경에서 차량 데이터 압축 기술

온디바이스에서 차량 데이터를 압축하기 위한 프로세스를 제안한다. 차량 내 센서는 CANFD, Lidar, CAMERA이며 데이터 처리를 위한 온디바이스 장치는 NVIDIA Jetson Xavier AGX로 구성된다. 차량에서 데이터를 전송하기 위한 과정은 센서 데이터를 로깅하고 압축 및 병합하여 클라우드 서버로 전송한다. 인공지능 기반 압축 기술은 온디바이스 장치에서 실행하기 위해 많은 연산량이 요구되어 구현하기 어렵다. 따라서 NVIDIA에서 제공하는 오픈소스 가속화 라이브러리인 TensorRT를 활용하여 Quantization과 CudaGraph 방법을 적용하여 인공지능 모델의 연산량을 줄인다. 온디바이스 차량 데이터 압축 기술은 그림1과 같다

V. 결론

본 논문에서는 온디바이스에서 차량 데이터를 효율적으로 압축하기 위해 차량에서 수집 가능한 CAMERA, Lidar, CAN, GPS/IMU센서 데이터의 특성을 분석하였다. 그리고 각 센서 데이터가 데이터 수집 환경에서 보이는 특성에 따라 손실 압축 및 무손실 압축 방식으로 분류하고 각 센서에 적합한 JPG, Voxelization, Dzip, zlib압축 방식을 활용하여 센서

데이터 압축을 제안하였다. 또한 Dzip과 같은 인공지능 기반 압축 모델을 온디바이스 환경에서 인공지능 경량화를 구현한다.

온디바이스용 차량 데이터 압축 방식은 NVIDIA Jetson 플랫폼에서 호환되어 제한적으로 적용 가능하다. 추후, 다양한 온디바이스 플랫폼에 적용성을 추가적으로 검토하고 연구할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부의 2021년 자율주행기술개발혁신사업인 '자율주행차량의 차세대 내부 네트워크 보안 및 초고속 무결성 부여 기술 개발'(제 2021-0-01348)와 행정안전부의 2024년 국민수요 맞춤형 생활안전 연구개발사업인 '2차 추돌사고 예방을 위한 전방사고 알림 가동등 시스템 개발 및 실증'(RS-2024-00407311)의 지원을 받았습니다.

참 고 문 헌

- [1] DaeKyo Shin, SooHyun Jang, SangHun Yoon, and Kiteag Lim, "The Study of technology for high-speed, low latency and safe connection of V2X communication," in 대한전자공학회 학술대회, pp. 1488-1491, 2021.
- [2] M. Sepulcre, J. Gozalvez, G. Thandavarayan, B. Coll-Perales, J. Schindler and M. Rondinone, "On the Potential of V2X Message Compression for Vehicular Networks," in IEEE Access, vol. 8, pp. 214254-214268, 2020
- [3] G. K. Wallace, "The JPEG still picture compression standard," in IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 38, no. 1, pp. xviii-xxxiv, Feb. 1992
- [4] Goyal, M., Tatwawadi, K., Chandak, S., & Ochoa, I. "DZip: Improved general-purpose loss less compression based on novel neural network modeling". IEEE. Data Compression Conference (DCC), pp. 153-162. March 2021
- [5] Deutsch, P. and J-L. Gailly, "ZLIB Compressed Data Format Specification version 3.3", RFC 1950, DOI 10.17487/RFC1950, May 1996
- [6] Y. Wu, J. Chung, and M. Sunwoo, "Design and implementation of CAN data compression algorithm," IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS), 2014.