

C-ITS 통신 시스템에서의 Semantic Segmentation 기반 교통정체 상황 판단 알고리즘

이소연¹, 박지훈¹, 윤태준², 김대영^{2*}¹순천향대학교 소프트웨어융합학과²순천향대학교 컴퓨터소프트웨어공학과

e-mail : {lsy8647, wlgns12www, 20214004, dyoung.kim}@sch.ac.kr

Semantic Segmentation based C-ITS communication system for vehicle communication cost saving

SoYeon Lee¹, Ji-Hoon Park¹, Tae Jun Yoon², Dae-Young Kim^{2*}¹Dept of Software Convergence, Soonchunhyang University²Dept of Computer Software Engineering, Soonchunhyang University

요 약

미국의 C-ITS를 위한 주파수 대역 재할당 사례를 통해 C-V2X가 커넥티드 카를 위한 중추적인 역할을 하는 것은 사실이다. 하지만 한국에서 LTE 및 5G와 같은 셀룰러 기반 통신은 고비용으로 사용되며, 따라서 C-V2X 또한 고비용의 통신 요금이 발생할 것이다. 이러한 고비용 셀룰러 기반 통신을 통해 차량에서 대용량 앱 서비스를 수행할 경우 차량을 소유한 사람에게 많은 통신 요금이 과금될 것이다. 본 논문에서는 이러한 C-V2X의 고비용 문제를 해결하기 위해 C-ITS 통신 시스템에서의 Semantic Segmentation 기반 교통정체 상황 판단 알고리즘을 제안한다. 제안된 시스템은 노변가지국 주변에 위치한 CCTV에서 촬영된 영상에 Semantic Segmentation을 적용하여 교통정체 상황을 판단하고 C-V2X에서 WIFI로 핸드오버를 유도한다. 이를 통해 차량의 대용량 앱 서비스 수행 시 통신 요금을 절약시킬 수 있다.

1. 서 론

최근 미국과 유럽 등 여러 나라에서 C-ITS를 위해 C-V2X 통신 기술을 채택하고 있다.[1][2] 미국의 경우 기존에 사용하였던 WAVE 통신 대역을 없애고 비변허대역과 C-V2X 대역만을 C-ITS 서비스 주파수 대역으로 재할당하였다. 재할당된 5.850GHz~5.925GHz의 75MHz 대역 중 30MHz는 C-V2X 대역에 할당되었고 나머지 45MHz 대역은 비변허대역으로 할당되었다. 다시 말해, WAVE 통신 대역은 없어졌지만 WIFI 기반의 통신이 C-V2X와 함께 C-ITS에서 사용된다는 것이다 [1]. 미국의 C-ITS 주파수 대역 재할당 사례를 통해 커넥티드 카 통신을 위해서는 C-V2X가 중추적인 역할을 하지만, 차량에서의 앱 서비스를 받기 위해 반드시 C-V2X를 사용할 필요는 없다. 또한, C-V2X를 통해 차량이 대용량 앱 서비스를 수행할 경우 고비용의 통신 요금이 발생하는 문제가 존재한다. 한국의 모바일 환경을 예로 단말기 사용자가 LTE나 5G와 같은 셀룰러 통신 자원을 무제한으로 사용하기 위해선 고비용의 요금을 지불해야 하며 이마저도 일일 통신 용량이 초과되면 낮은 성능의 통신 서비스로 교체된다[3][4][5][6]. 이렇듯 현재 모바일 환경조차도 셀룰러 통신은 고비용으로 서비스되고 있다. 하지만 셀룰러와 반대로 WIFI의 경우에는 여러 서비스 도메인에서 통신 요금이 소모되지 않는 장점이 있다. 본 논문에서는 이러한 장점을 가진 WIFI를 통해 차량이 대용량 앱 서비스 데이터를 송수신하여 통신 요금을 절약할 수 있는 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 노변가지국 주변 CCTV를 통해 촬영되는 Semantic Segmentation을 적용시켜 정체된 차량에 WIFI 통신을 통한 대용량 앱 서비스를 지원한다.

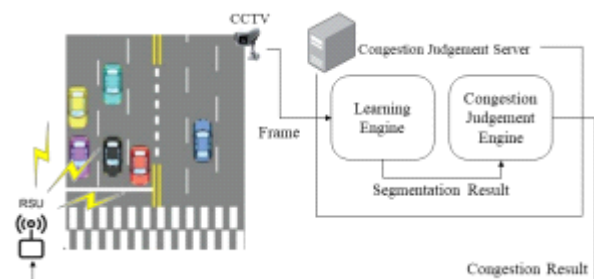
2. 관련 연구

2.1 Semantic Segmentation

영상분할은 시맨틱 분할(Semantic Segmentation)과 인스턴스 분할(Instance Segmentation)이 있다. 시맨틱 분할은 개체를 분할하되 동일한 클래스에 속하는 개체들은 동일한 영역 또는 색으로 분할하는 것이고, 인스턴스 분할은 동일한 클래스 내의 개체라도 서로 다른 인스턴스로 분할하는 것이다[7]. 본 논문에서는 교통체증 상황을 판단하기 위해 클래스의 인스턴스를 구별하지 않고 이미지 전체를 이해하고 분류하는 시맨틱 분할 기술을 기반으로 한다. 시맨틱 분할 방법은 대표적으로 fully convolutional networks(FCN), U-Net, SegNet, DeepLab 등이 있으며, FCN은 CNN을 segmentation에서 사용할 수 있도록 완전 연결 계층을 컨볼루션 계층으로 대체하는 방법이다. 하지만, 이는 인코더에서 윤곽선이나 세밀한 정보에 대한 특징이 손실되고 디코더에서 특징맵이 뭉툭하게 확장되는 문제가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 U-Net, SegNet, DeepLab등 다양한 방법들이 제안되었다[8].

2. 제안하는 시스템

2.1. 시스템 구조



(그림 1) 제안하는 시스템 구조

본 논문에서 제안하는 전체 시스템은 그림 1과 같다. 제안

된 시스템에는 CCTV, RSU(노변기지국), Congestion Judgement Server가 존재한다. 시스템 동작 순서는 가장 먼저, CCTV에서 촬영된 이미지를 Server로 전송한다. 그 후 Server는 수신받은 이미지를 Learning Engine 내 미리 학습된 인공지능 모델에 입력하여 Semantic Segmentation을 적용시킨 뒤 차량 정체 상황을 판단하기 위해 Congestion Judgement Engine으로 입력시킨다. 마지막으로 Congestion Judgement Engine의 출력 결과는 RSU로 전달되고 RSU는 해당 결과를 바탕으로 주변 차량에게 C-V2X를 지원할지 WIFI를 지원할지 결정한다.

2.2. 교통정체 상황 판단

```

01: Function JudgeCongestion(frame)
02:   THRD <- 0.8
03:   line1 <- [x, y]
04:   line2 <- [x, y]
05:   road_RGB <- extraction_road_RGB(frame);
06:   vehicle_RGB <- extraction_vehicle_RGB(frame);
07:   for i = 0 to width do
08:     for j = 0 to height do
09:       if (line1[1] < j and j < line2[1])
10:         if (image[i][j] = road_RGB)
11:           road_cnt <- road_cnt + 1
12:         else if (image[i][j] = vehicle_RGB)
13:           vehicle_cnt <- vehicle_cnt + 1
14:         endif
15:       endif
16:     endfor
17:   endfor
18:   if ( (road_cnt/road_cnt - vehicle_cnt/road_cnt) > THRD)
19:     state <- Normal
20:   else if ( (road_cnt/road_cnt - vehicle_cnt/road_cnt) < THRD)
21:     state <- Congestion
22:   endif

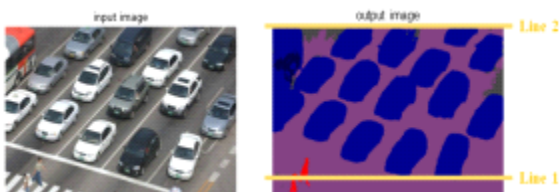
```

(그림 2) 교통정체 상황 판단 알고리즘

그림 1의 제안된 시스템 중 Server의 모듈인 Congestion Judgement Engine은 교통정체 상황을 판단하기 위해 그림 2와 같은 알고리즘을 수행한다.

가장 먼저, 도로 면적과 차량의 비율이 혼잡 상황이 되는 임계값을 0.8로 설정한다(line02). 혼잡 상황을 판단할 구역에 line 두 개를 긋고 해당 좌표를 구한다(line03~04). Semantic Segmentation 결과 이미지에서 도로 면적과 차량 면적의 픽셀값을 구하기 위해 각각의 클래스에 해당하는 RGB 값을 추출한다(line05~06). 그 후 지정한 범위 내에 속한 모든 픽셀의 RGB값과 해당 클래스의 RGB값을 비교하여 도로 면적과 차량 면적의 픽셀값을 구한다(line07~17). 혼잡 상황임을 판단하기 위해 도로 면적의 픽셀값을 1로 설정하고, 해당 기준에 따라 차량 면적의 픽셀값을 조정한다. 최종적으로 (도로 면적의 픽셀 값 - 연산된 차량의 픽셀 값)의 결과값과 임계값을 비교하여 교통 혼잡 상황을 판단한다. 결과값이 임계값보다 크면 혼잡 상황이 아니며 결과값이 임계값보다 작으면 혼잡 상황으로 판단한다(line18~22). 판단된 상태는 노변기지국으로 전달되어 주변 차량에게 C-V2X에서 WIFI로 핸드오버를 유도할지 결정한다.

3. Semantic Segmentation 실험



(그림 3) Semantic Segmentation이 적용된 정체된 도로

그림 3은 교통이 정체된 상황의 도로 이미지(그림 3의 input image)에 Semantic Segmentation을 실제로 적용한 결과(그림 3의 output image)를 나타낸 것이다. 이는 자율주행 기술 개발 등에 사용되는 도로 정보 데이터 세트인 시티스케이프 데이터세트(Cityscapes Dataset)를 이용하여 사전 학습된 DeepLabv3 모델을 적용시킨 결과이다.

제안된 시스템은 그림 3의 오른쪽 output image를 통해 정체 상황을 판단한다. 그림 3에서 볼 수 있듯이 차량과 도로는 각각 파란색과 보라색 RGB로 출력된 것을 확인할 수 있으며 해당 두 RGB 값을 통해 그림 2의 알고리즘에서 교통정체 상황을 판단한다.

4. 결론

본 논문에서는 C-V2X의 문제점 중 하나인 통신 요금 과금 문제를 해결하기 위해 노변기지국 주변 정체된 차량에 WIFI 통신을 지원하여 차량의 통신 요금을 절약하는 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템은 노변기지국 주변 CCTV에서 촬영된 이미지에 Semantic Segmentation을 적용시켜 교통정체 상황을 판단한다. 만약, 교통정체가 판단된다면 노변기지국 주변 차량에게 대용량 앱 서비스 송수신을 위해 C-V2X에서 WIFI로 핸드오버 할 수 있도록 유도한다. 본 논문에서 제안된 시스템을 통해 고비용의 C-V2X의 문제점을 완화할 수 있을 것이라 기대한다.

*이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2021R1C1C1013133). 또한, 본 연구는 한국연구재단 4단계 두뇌한국21사업(4단계 BK21사업)의 지원을 받아 작성되었습니다(No. 5199990914048).

참고문헌

- [1] 김경환, 서상준, 차태영, 김상헌, “국제 C-ITS 동향과 향후 국내 V2X 기술 도입에 대한 고찰”, 한국통신학회지(정보와통신), 38(2), 42-49, 2021.
- [2] 박준환, 박소영, “첨단교통서비스의 실현을 위한 통신 신기술 도입 관련 쟁점과 과제”, 국회입법조사처, 2021.
- [3] 김영대. “[Hot News] 5G는 ‘요금폭탄’? 게임 10분에 1GB 소모.” 마이더스 2019.4 (2019): 88-89.
- [4] 문은옥, “비싸고 형편없는 5G, 해결책은 없나?”, 월간 복지동향 -266 (2020): 48-52.
- [5] 한국소비자원(편집자). “5G(5세대 이동통신) 소비자문제 실태 조사.” 조사보고서 -. (2020): 1-30.
- [6] 이광훈(Gwanghoon Lee). “데이터 무제한 요금제가 모바일 서비스 이용 행태에 미치는 영향.” Journal of the Korean Data Analysis Society 22.1, 309-323, 2020.
- [7] 조용현, 김승현, “심층학습의 인스턴스 분할을 이용한 시설물 레이블링”, 한국지능시스템학회 논문지, 31(4), 305-310, 2021.
- [8] 신석용, 이상훈, 한현호, “딥러닝 기반의 Semantic Segmentation을 위한 DeepLabv3+에서 강조 기법에 관한 연구”, 한국융합학회논문지, 제12권 제10호, 55-61, 2021.