

차량이 밀집된 도심 환경에서 C-V2X Mode 4 의 고정된 sensing window 의 부적합성에 관한 연구

양진모, 윤호영, 이재홍, 최준영, 박세웅

서울대학교 뉴미디어통신공동연구소

{jmyang, hyyon, jhyi, jychoi} @netlab.snu.ac.kr, sbahk@snu.ac.kr

A Study on the inadequacy of fixed sensing window of C-V2X Mode 4 in Downtown with Dense Traffic

Jin Mo Yang, Hoyoung Yoon, Jaehong Yi, Junyoung Choi, and Saewoong Bahk

Department of Electrical and Computer Engineering, INMC

Seoul National University

요 약

본 논문은 C-V2X (Cellular vehicle-to-vehicle) 통신의 분산적 semi-persistent 스케줄링 방법인 mode 4 의 고정된 sensing window 가 차량이 밀집된 도심환경에서 적합하지 않음을 지적하고자 한다. 간단한 시나리오를 통해서 기존의 자원 할당 방식에 문제점이 있음을 보이고, 간단한 제안 기법을 통해 문제의 개선 가능성을 보인다.

I. 서 론

V2X(Vehicle-to-everything) 통신은 차량과 다양한 객체들 사이의 통신으로, V2I(Vehicle-to-Infrastructure), V2P(Vehicle-to-Pedestrian), V2V(Vehicle-to-Vehicle) 통신 등을 포함하며, 자율주행의 기반 기술 중 하나로 활발하게 연구되고 있다. 이 중 dominant 하게 사용될 것으로 예상되고 있는 V2V 통신의 트래픽으로 현재는 주로 주기적인 메시지가 상정되고 있으며, 그 대표적인 예시로는 차량이 자신의 상태(위치, 속도, 등)를 주변 차량들에게 broadcast 하는 CAM(Cooperative Awareness Message)이 있다. 이러한 V2V 통신의 자원 스케줄링 기법에는 3GPP 가 표준화한 C-V2X(Cellular-V2X) mode 4 가 있다. Mode 4 는 base station 의 도움을 필요로 하지 않는 분산적 스케줄링 방식이며, V2V 통신의 표준 동작으로 생각되고 있다. 또한, 표준화 finalize 를 앞두고 있는 NR-V2X(New Radio-V2X) 의 표준 동작으로 예상되는 mode 2 (a) 또한 동일한 philosophy 를 계승하게 될 예정이다 [1].

본 논문에서는, mode 4 기법의 센싱 기반이라는 특성에서 기인하는 문제점을 지적한다. 통제된 환경에서의 시뮬레이션 결과를 통해서 해당 문제점을 보이고, 간단한 제안 기법으로 해당 문제의 개선 가능성을 보인다.

II. 본론

1) 배경 이론

Mode 4 의 동작은 센싱 기반 semi-persistent 스케줄링으로 정의할 수 있다. Semi-persistent 는 전송할 자원을 선택했을 때, 특정 횟수를 random 하게 정하고, 이 횟수 동안은 전송에 동일한 자원을 이용함을 의미한다. 이 횟수를 reselection counter 라 명명한다. 전송을 할 때 마다 reselection counter 값이 1 씩

감소하게 되고, 0 이 되면 자원 재 선택 과정으로 들어가게 된다.

센싱 기반이라 함은 전송할 자원의 선택을 위해 과거의 RSSI(received signal strength indicator) 정보를 이용함을 의미한다. 과거의 sensing window 동안 센싱된 RSSI 의 평균값이 낮은 자원들을 candidate list 로 선택하는 방식을 통하여 최대한 이웃들과 겹치지 않는 자원을 선택하는 방향으로 동작하게 된다. Mode 4 에서 사용되는 과거의 센싱 정보의 window 는 10 번의 TTI (transmission time interval)로 고정되어 있다. 이러한 고정된 sensing window 가 mobility 가 높은 환경에서 적합하지 않음을 지적하고 mobility 에 따라 sensing window 의 사이즈를 조절하거나, [2] 최신에 센싱된 정보에 더 큰 weight 를 부여하는 연구 [3]들이 있다.

2) 문제 상황 및 제안 기법

하지만, 도심 환경 같이 차량의 mobility 의 제한이 있는 상황에서는 센싱되는 주변 환경이 더 consistent 하게 되며, 이 때, 전송의 재 선택으로 인한 문제가 부각될 수 있다. 즉, 이미 다른 자원으로 옮겨진 전송의 센싱 정보가 불필요하게 포함되면서 자원에 대한 가치 평가를 정확하게 내리지 못하는 문제가 발생할 수 있다.

이 문제를 해결하기 위해서는 센싱된 RSSI 값에서 현재 시점에서 유의미한 전송의 시작 시점을 알아야 한다. 이 정보를 얻기 위해 각 차량이 알고 있는 자원 별 reselection counter 값을 계속 서로 공유하고, 이 값의 불연속적인 지점을 특정함으로써 얻을 수 있다. 찾아낸 전송의 시작 시점을 이용한 간단한 sensing window 적응 기법을 제안한다.

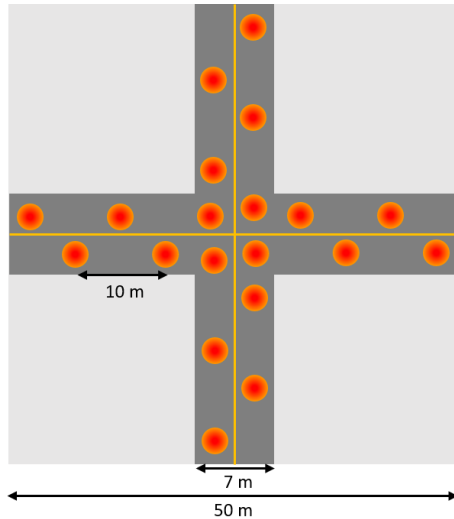
3) 시뮬레이션 환경 및 결과

앞서 제시한 문제점과 기법을 검증하기 위해 통제된 환경에서의 시뮬레이션을 진행하였다. 시뮬레이션은 MATLAB 기반 LTEV2Vsim [4]으로 진행하였다. 그림 1 은 시뮬레이션 토폴로지를 나타내고, 도로 사이의

회색으로 표시된 부분은 건물을 나타낸다. 표 1 은 시뮬레이션 설정을 보여 준다.

<표 1> 시뮬레이션 설정

Parameter	Value
# of vehicles	20
Antenna gain	3 dB
Propagation model	WINNER +
Shadow variance	LOS 3dB, NLOS 4 dB
MCS	7
Minimum SINR	7.296 dB



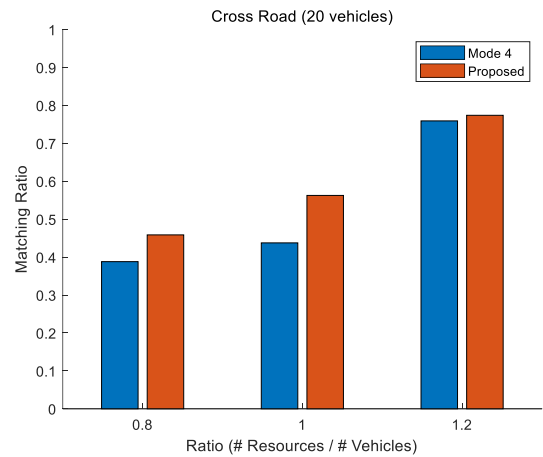
<그림 1> 시뮬레이션 토폴로지

그림 2 의 x 축은 차량 대수 대비 자원 개수의 비율을 나타내며, 작을수록 자원 선택에서 자원 충돌이 일어날 확률이 높아지며, 차량이 밀집된 상황을 나타낸다. 결과 그래프의 y 축은 계산을 통해 얻어진 oracle 자원 선택 기법의 candidate list 와의 유사성을 나타내며, 이를 MR(Matching Ratio)라고 명명한다. MR 이 1 에 가까울수록 해당 자원 선택 기법이 이상적인 자원 선택 기법과 유사하다고 볼 수 있다.

먼저, 그림 2 에서 밀집된 상황에서 MR 값이 0.5 정도로 낮다는 것은 sensing window 내에서 이미 다른 자원으로 재할당 된 전송의 정보가 포함되면서 센싱 기반 자원 선택 동작이 효과적으로 동작하지 못하고 있음을 의미한다. 또한 reselection counter 값을 이용한 아주 간단한 sensing window 적응 기법 만으로도 더 좋은 자원 선택이 가능함을 보여주고 있다.

III. 결론

본문에서는 Mode 4 동작의 센싱 기반 스케줄링 동작이 차량이 밀집된 도심환경에서 갖는 문제점을 지적하고 sensing window 적응 기법을 통해서 해당 문제의 개선 가능성을 보였다. 추후 연구에서는 시뮬레이션 환경을 현실적인 환경으로 확장할 것이다. 또한, 남아 있는 전송 횟수(reselection counter)를 이용하여 현재 스케줄링 되어있는 미래 전송의 남은 횟수를 고려한 더 정확한 자원의 가치평가를 도출하고, 이를 기반으로 한 스케줄링 기법에 대해 다룰 예정이다.



<그림 2> 시뮬레이션 결과

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2020 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2018-0-00923, 주파수 공유 기반 Beyond 5G 통신 방식 연구)

참 고 문 헌

- [1], G. Naik, B. Choudhury and J. Park, "IEEE 802.11bd & 5G NR V2X: Evolution of Radio Access Technologies for V2X Communications," in IEEE Access, vol. 7, pp. 70169-70184, 2019.
- [2] Resource Allocation Schemes for NR V2X Sidelink Communication, document R1-1812491, 3GPP TSG RAN WG1 95, Intel, Spokane, WA, USA, Nov. 2018.
- [3] L. F. Abanto-Leon, A. Koppelaar and S. H. de Groot, "Enhanced C-V2X Mode-4 Subchannel Selection," 2018 IEEE 88th Vehicular Technology Conference (VTC-Fall), Chicago, IL, USA, 2018, pp. 1-5.
- [4] G. Cecchini, A. Bazzi, B. M. Masini and A. Zanella, "LTEV2Vsim: An LTE-V2V simulator for the investigation of resource allocation for cooperative awareness," 2017 5th IEEE International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS), Naples, 2017, pp. 80-85.