

GPS 사용 불가 환경에서 C-V2X Mode 3 내 Group Leader 선정으로 Mode 4 User의 측위 오차 보정 방안

김기형, 김용규*

현대오토에버

Kihyoung.kim@hyundai-autoever.com, * YoungKyu.kim@hyundai-autoever.com,

When GPS Cannot Be Operated, an Alternative Scheme for C-V2X Mode 4 by Selecting Group Leader among Mode 3 Users

Kihyoung Kim·Youngkyu Kim

Hyundai-autoever, 12, Teheran-ro 113-gil, Gangnam-gu, Seoul, Republic of Korea

요약

향후 C-V2X는 자율주행 환경에서 중요한 역할을 할 것으로 예상된다. C-V2X란 Cellular - Vehicle to Everything의 약자로 현재 구성되어 있는 통신망과 차량 간 통신을 의미한다. 차량은 C-V2X를 활용하여 교통, 인프라, 보행자, 네트워크 등과 통신한다. 일반적으로 C-V2X는 GPS를 참조하여 각 User의 위치를 추정한다. 하지만 GPS의 경우 낮은 신호 세기로 인하여 재밍 공격에 취약하다. GPS 재밍 환경에서 C-V2X는 GPS를 활용한 위치 추정이 불가능하며, 정확한 측위를 위해서는 보조할 수 있는 방안이 필요하다. 본 논문에서는 C-V2X의 Mode 3 내 Group Leader를 선정하여 Mode 4의 측위를 보조할 수 있는 방안을 제안하며, Matlab을 활용한 시뮬레이션을 통해 보조 방안의 성능을 분석한다.

1. 서론

향후 C-V2X는 자율주행 환경에서 중요한 역할을 할 것으로 예상된다. C-V2X란 Cellular - Vehicle to Everything의 약자로 현재 구성되어 있는 통신망과 차량 간 통신을 의미한다.

차량은 C-V2X를 활용하여 교통, 인프라, 보행자, 네트워크 등과 통신한다. 일반적으로 C-V2X는 GPS를 참조하여 각 User의 위치를 추정한다.

하지만 GPS의 경우 낮은 신호 세기로 인하여 재밍 공격에 취약하다. GPS 재밍 환경에서 C-V2X는 GPS를 활용한 위치 추정이 불가능하며, 정확한 측위를 위해서는 보조할 수 있는 방안을 제안한다.

2. C-V2X

C-V2X는 이동통신망을 활용하여 차량이 다른 차량 및 교통 인프라 등과 통신하는 기술을 의미한다. 2가지의 통신 Mode가 존재하며, 이는 Mode 3과 Mode 4이다.

Mode 3의 경우 기지국이 자원을 할당하는 방식을 의미한다. 각 차량은 기지국을 통해 자원 할당을 받으며 이로 인해 측위 오차 및 시각에 대한 오차가 적다.

반면 Mode 4의 경우 기지국 없이 각 차량 간 통신을 하는 분산형 통신 방안이다. Mode 4에서는 Mode 3에 비해 낮은 정확도의 측위 및 시각의 오차를 보장받는다.

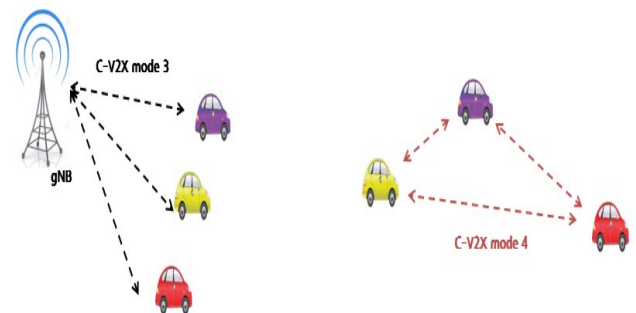


Fig. 1 C-V2X Mode 3 & Mode 4

3. 제안하는 아이디어

제안하는 아이디어는 GPS 재밍 환경에서 C-V2X Mode 3의 User 중 Ground Leader를 선정하여, 측위 및 시각 동기의 참조노드로 활용하는 방안을 제안한다. Fig 2는 제안하는 아이디어를 그림으로 표기한 것이다.

C-V2X의 참조노드로써 활용되는 gNB와 N-LOS (Non-Line of Sight) 상태에 있는 Mode 4를 활용하는 User들은 GPS 재밍 환경에서 자신의 위치를 측정할 수 있는 방법이 존재하지 않는다.

본 논문에서는 Mode 3로 운행하는 User 중 가장 속도가 느린 User를 선택하여 Ground Leader로 선정하며,

이를 활용하여 Mode 4 운행중인 User 들의 측위 및 시각 동기를 도와준다.

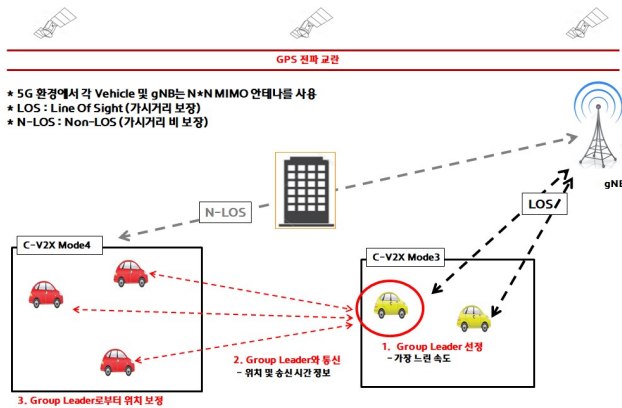


Fig. 2 제안하는 아이디어

Ground Leader 를 선정하는 방법은 Fig 3 에 나타난다. 각 User 는 서로의 속도를 통신을 통해 알고있으며, 이를 활용한다. 아래 Flow Chart 는 Mode 3 운행하는 User 각각이 수행하는 알고리즘이며, 정지한 User 는 Ground Leader 로 선정된다.

정지한 User 가 없는 경우 속도가 가장 느린 User 가 Ground Leader 로 선정된다. 속도가 가장 느린 User 를 선택하는 이유는 측위 오차의 경우 시간흐름에 따라 오차가 누적되기 때문에 가장 적은 오차를 유발할 수 있는 속도가 느린 User 를 선택한 것이다.

Ground Leader 는 Mode 3 운행중인 집단 User 중 한 User 만 선택되며, 선정된 이후에 아래의 Flow Chart 는 동작하지 않는다.

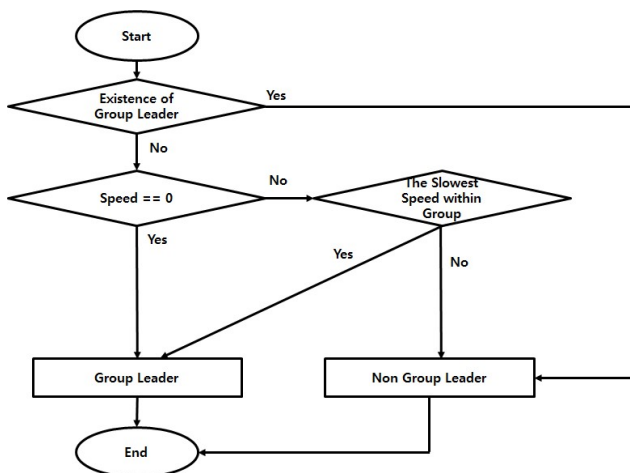


Fig. 3 Mode 3 내 Group Leader 선정 방안

이렇게 선정된 Ground Leader 로부터 User 의 측위 방안은 Fig 4 의 식과 같다. 2 차원 기준으로 작성하였으며, Ground Leader 의 위치를 [0,0] 추정하고자 하는 User 의 위치를 [x,y]라고 할 때, 아래의 식을 활용하여 위치를 추정할 수 있다.

$$[x,y] = [0,0] + [D \cdot \cos(\theta), D \cdot \sin(\theta)]$$

제안하는 아이디어는 Ground Leader 와 User 간 MIMO 안테나, 가시거리 (LOS, Line of Sight) 보장을 가정하였기 때문에 위의 식을 통하여 구할 수 있다.

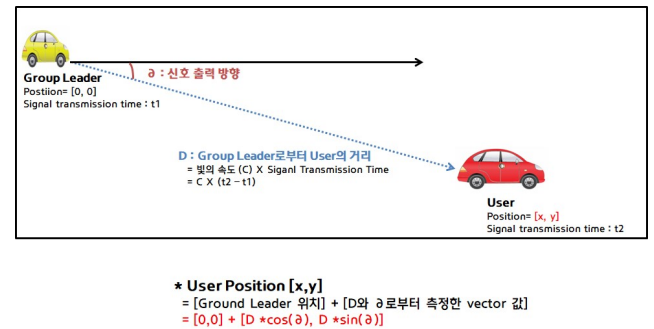


Fig. 4 Group Leader로부터 측위 보조 방안

4. 시뮬레이션

4-1 시뮬레이션 환경

시뮬레이션은 Matlab 으로 진행하였다. 제안하는 아이디어를 통한 측위는 Ground Leader로부터의 5m 씩 증가시키며 100m 이내 User 가 랜덤하게 분포한다고 가정하였다. 시뮬레이션은 10,000 회 반복 수행하였으며 거리마다 추정 오차의 평균을 활용하였다.

시뮬레이션 환경에서 다음을 가정하였다. 먼저 Ground Leader 와 Mode 4 User 의 LOS(가시거리, Line Of Sight)는 보장하였으며 Ground Leader 의 측위오차는 무시하였다. 추가로 MIMO 안테나는 32*32, 180*180 을 사용하여 비교하였다.

총

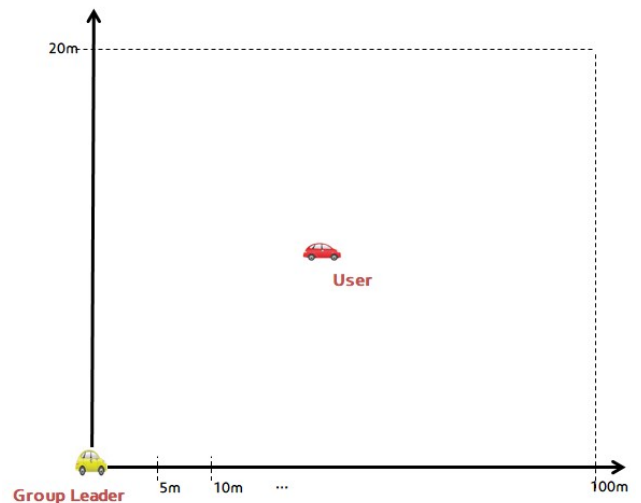


Fig. 5 시뮬레이션 환경

4-2 시뮬레이션 결과

제안하는 아이디어의 시뮬레이션 결과는 Fig 6, Fig 7 과 같다.

Fig 6 은 32*32 MIMO 안테나를 사용한 결과이며, 100m 거리의 User 까지 20m 이내의 오차를 보장한다. Fig 7 은 180*180 MIMO 안테나를 사용한 결과이며 100m 거리의 User 까지 5m 이내의 오차를 보장한다.

결과에서 확인할 수 있듯이 향후 MIMO 안테나의 성능이 좋아질 경우 제안하는 아이디어는 GPS 재밍환경의 C-V2X Mode 4 User 에 효율적인 측위를 도와줄 것이다.

MIMO 32 * 32 Antenna 사용

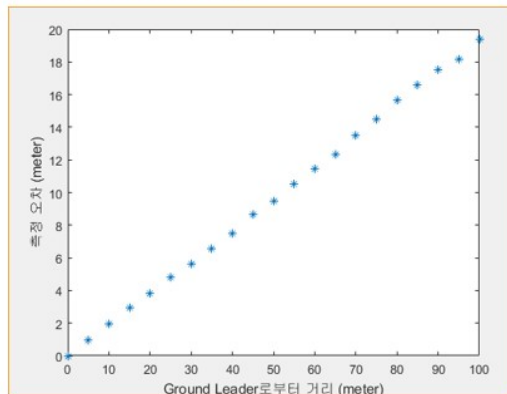


Fig. 6 시뮬레이션 결과 1 (32*32 MIMO 사용)

MIMO 180 * 180 Antenna 사용

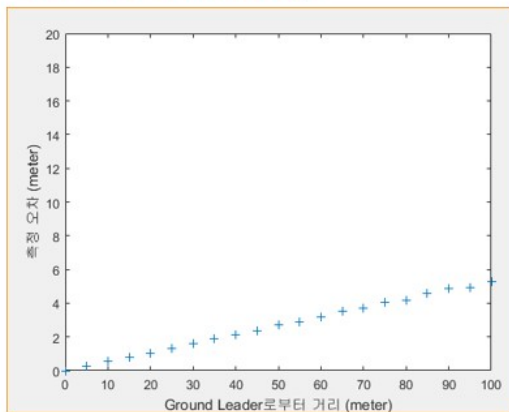


Fig. 7 시뮬레이션 결과 2 (180*180 MIMO 사용)

참 고 문 헌

- [1] 문중위, 서효승, 이상선, “DSRC 및 C-V2X 통신 기술에 관한 연구 동향”, 한국자동차공학회 추계학술대회 전시회, 778-782, 2018
- [2] 정소이, 이동구, 김재현, “자율주행을 위한 C-V2X 표준화 동향”, 한국통신학회(정보화통신), 35(3), 18-25, 2018
- [3] 노고산, 김일규, “3GPP 5G NR V2X 표준화 동향”, 정보통신기획평가원 주간기술동향 1896 호, 2019
- [4] 김기형, 신승환, “GPS 전파교란 환경에서 5G C-V2X Mode 4 측위 보조 방안”, 한국자동차공학회 추계학술대회 2020,