

GPS 수신 제한 지역에서 충돌회피를 위한 WLAN 차량통신 프로토콜

선우석*, 심샘*, 조신영**, 임현정**, 정태명***

*성균관대학교 컴퓨터공학과,

성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과, *성균관대학교 정보통신공학부

e-mail:{natoshaon,reisoul}@skku.edu,

{sycho, hylim83}@imtl.skku.ac.kr, tmchung@ece.skku.ac.kr

Wireless Lan Inter-Vehicle Communication Protocol for Collision Avoidance in GPS Receiving Restricted Area

Woo-Suk Sun*, Sam Sim*,

Shin-Young Cho**, Hun-Jung Lim**, Tai-Myoung Chung***,

**Dept. of Computer Science, Sungkyunkwan Univ

**Dept. of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan Univ.

***School of Information Communication Engineering, Sungkyunkwan Univ

요 약

위치 측정 기술의 발달로 인해 다양한 서비스들이 개발 되어 현대 사회에 제공되고 있다. 이러한 서비스들 중 GPS는 현재 우리 사회에 깊숙이 녹아 들어와 핸드폰, 내비게이션, 배송처리, 차량 위치 파악, 긴급구조서비스, 항공 및 선박 항법장치, DSLR 등 다양한 분야에서 활용되고 있다. GPS는 위성신호를 수신하여 위치를 파악하기 때문에 위성신호를 수신할 때 공간상의 제약이 있고, 매우 민감하게 방해요소에 의해 간섭을 받을 수 있다. 차량이 충돌위험 발생시 GPS가 방해요소로 인해 수신되지 않으면 충돌회피를 위한 시스템이 제대로 작동하지 못할 우려가 있다. 본 논문에서는 GPS가 수신율이 떨어지는 터널, 고가도로, 지하주차장과 같은 장소에서의 WLAN을 기반으로 한 위치측정 기술을 이용하여 차량의 충돌회피를 방지하기 위한 프로토콜을 제안한다.

1. 서론

위치 측정 기술의 발달로 인해 다양한 서비스들이 개발되어 현대 사회에 제공되고 있다. 위치 측정 기술을 이용한 서비스 중 모바일 시스템 기반에 스마트폰 어플리케이션을 이용하여 자신의 현재 위치와 목적지의 위치를 시각적으로 파악하여 길을 찾는 데에 수월하게 이용할 수 있는 서비스가 있다. 휴대폰 분실 시에 해당 기기의 마지막 신호 수신 지역의 데이터를 이용하여 분실물을 되찾는 서비스도 제공하고 있다.

위치 측정 기술을 이용한 서비스를 더 자세히 살펴보면 GPS(Global Positioning System), LBS(Location Based Service), RTLS(Real Time Location System) 등이 있다. 이러한 서비스들 중 GPS는 현재 우리 사회에 깊숙이 녹아 들어와 핸드폰, 내비게이션, 배송처리, 차량 위치 파악, 긴급구조서비스, 항공 및 선박 항법장치, DSLR 등 분야를 넘나들며 다양하게 활용되고 있다. GPS는 현재 완전하게 운용되고 있는 유일한 범지구 위성 항법시스템이다. GPS용 수신기는 중궤도를 도는 인공위성에서 발신하는 마이크로파를 수신하여 그 위치를 파악한다.

GPS는 차량용 내비게이션에 활용되면서부터 점차적으로 널리 보급이 되었고, 최근에는 차량 사고 예방을 위한 연구에도 활용되고 있다. 차량 충돌 시에 후미 차량의 위

치를 파악하여 연쇄충돌의 가능성이 있는 차량들에게 경고 신호를 보내거나 차량의 속도를 계산해서 충돌의 위험을 감지하는 방법으로 더 큰 사고를 미연에 방지하는 연구가 진행되고 있다.

하지만 GPS는 위성신호를 수신하여 위치를 파악하기 때문에 위성신호를 수신할 때 공간상의 제약이 발생하면 매우 민감하게 방해요소에 의해 간섭을 받을 수 있는데 안개, 비, 눈 등의 자연 현상으로 인해 대기의 상태가 불안정한 경우 수신율이 저하될 수 있고 고층 건물의 사이에서 GPS 위성 신호를 수신 시 가장 짧은 거리(직선거리)로 도달을 하지 못하는 경우가 발생하여 정확한 위치를 파악하기 힘들다. 또 터널 안, 고가도로, 아파트 지하주차장과 같은 환경은 GPS 위성 신호가 방해 요소를 투과하지 못하여 수신이 불가능 할 수 있다.

최근에 GPS를 기반으로 한 차량 간 충돌회피를 위한 시스템이 연구되고 있다. 위의 경우와 같이 GPS 수신이 어려운 경우 차량이 충돌위험에 있을 때 충돌 회피를 위한 시스템이 제대로 작동하지 못할 우려가 있다. 본 논문에서는 GPS가 수신율이 떨어지는 터널, 고가도로, 지하주차장과 같은 장소에서의 WLAN을 기반으로 한 위치 측정 기술을 적용하여 차량 간 충돌회피 프로토콜을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구에

관한 내용을 정리하고, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 프로토콜의 상세내용을 기술한다. 4장에서는 기존 프로토콜과의 비교와 향후 연구에 대해 서술하였다.

2. 관련 연구

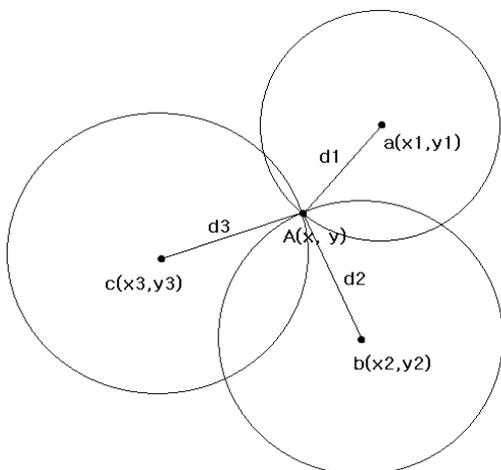
2.1 GPS(Global Positioning System)

GPS는 차량용 내비게이션이 대중화 되고 많이 보급되면서 실생활에 더욱 가까이 사용되는 기술이다. GPS가 적용되는 분야는 단순한 위치정보 제공 뿐만 아니라 운송수단의 항법과 관제, 선박의 충돌방지, 측량, 지도제작, 핸드폰 등에 이용되며 GPS수신기의 종류도 다양하다.

GPS의 위치정보를 수신받기 위해서는 최소한 3개 이상의 위성에서 신호를 받아야 한다. 시간과 위성과의 거리를 측정하여 삼각 측량법을 이용해 현재위치를 정확히 알 수 있다. 인공위성 내에는 3개의 원자시계가 탑재되어 있고, 1/(36,000년) 초의 오차만을 가지기 때문에 매우 정확한 시간정보를 제공 할 수 있다. 또한 삼각측량법을 이용한 위치의 측정의 오차도 1~15m 정도이므로 속도측정 정확도가 높다. 하지만 인공위성과 최단거리인 직선으로 통신을 해야 하므로 날씨가 좋지 않거나 고층빌딩, 터널, 지하주차장, 고가도로 밑과 같은 방해요소가 많은 곳에서는 위치정보 서비스가 제대로 이루어 지지 않는 단점이 있다.

2.2 삼각측량법

삼각측량은 서로 멀리 떨어진 각각의 지점에서 어떤 지점 A 까지의 거리를 이용하여 평면상의 A의 위치를 파악하는 방법이다. 삼각측량법으로 특정 위치를 파악하기 위해서 3개의 기준점이 필요한데 이를 삼각점이라고 한다. 아래의 그림과 같이 삼각점이 정해지고 구하고 싶은 어떤 지점 A까지의 거리를 피타고라스의 정의를 사용해 구했다면 이를 이용해 A의 평면상 위치를 알 수 있다.



(그림 1) 기준점으로부터 위치 측정까지의 거리

$$d_1^2 = (x - x_1)^2 + (y - y_1)^2$$

$$d_2^2 = (x - x_2)^2 + (y - y_2)^2$$

$$d_3^2 = (x - x_3)^2 + (y - y_3)^2$$

2.2.1 RSSI를 이용한 삼각측량법[1]

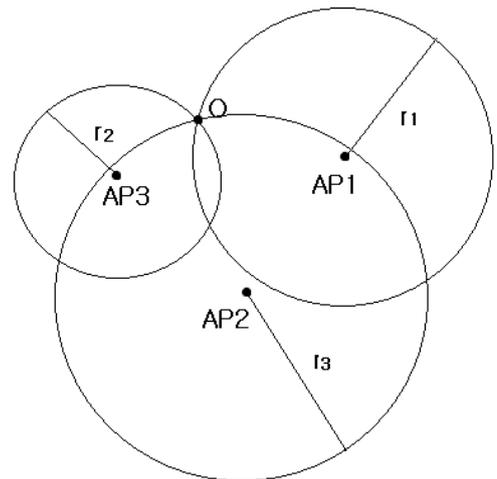
RSSI(Radio Signal Strength Information)은 아래의 Friis 공식을 이용하여 L을 먼저 구하고 이를 이용하여 이동개체와 기준점사이의 거리 d를 구할 수 있다. 여기서 λ는 전파의 파장, c는 전파속도, f는 주파수, L은 이동개체가 송신한 신호의 전송손실을 말한다.

$$L = 20\log_{10}\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)$$

$$d = \frac{\lambda}{4\pi} \cdot 10^{\frac{L}{20}} = \frac{c}{4\pi f} \cdot 10^{\frac{L}{20}}$$

2.2.2 TDOA 정보를 이용한 삼각측량법

TDOA(Time Difference Of Arrival)을 이용한 거리 측정 방식은 태그와 AP 사이에서 신호가 전달되는데 걸리는 시간차를 측정하여 이를 거리로 변환해 위치 추정에 이용하는 것이다. AP와 태그 사이의 시간 차이가 일정한 지점들을 이용해 태그의 위치를 계산하게 된다. 그림과 같이 3개의 AP에서 두 AP를 초점으로 하는 쌍곡선에 구하는 개체가 있게 된다. 3개의 AP에서 두 개의 쌍곡선이 나타나고 두 쌍곡선의 교점이 개체의 위치이며, TDOA 정보를 이용하기 위해서는 모든 AP와 개체는 시간적으로 같은 시점이어야 한다.



[그림 2] TDOA 무선 측위 알고리즘의 원리

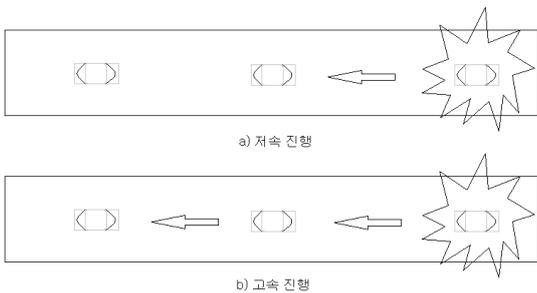
2.3 IVC(Inter-Vehicle Communication) 프로토콜

2.3.1 DDT(Distance Defer Transfer) 프로토콜[2]

기존의 프로토콜에서는 주변의 차량 위치를 파악하는 목적으로 주기적으로 일정한 신호를 보낸다. 이 과정에서

일정 시간의 delay가 발생하며 이로 인해 redundant message가 전송될 가능성이 높다. DDT 프로토콜에서는 이러한 메시지를 전송하지 않고, 긴급 시에만 응급 메시지를 전송한다.

응급 메시지는 해당 차량의 GPS 위치 데이터를 포함하는데 이를 이용하여 자신의 GPS 위치 데이터를 계산하여 두 차량 간의 거리를 알 수 있다. 응급 메시지를 수신한 차량이 다른 차량으로 메시지를 전송할 때 전송한 차량과 수신한 차량의 거리에 반비례하는 만큼의 지연시간 후에 보내게 된다. 이는 지연시간 동안 동일한 메시지를 수신할 경우, 재전송을 하지 않아 redundant message를 줄일 수 있다.

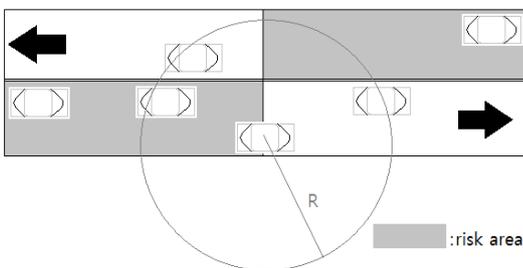


[그림 3] DDT 프로토콜에서 차량 속도에 따른 상관관계

2.3.2 IVG(Inter-Vehicle Geocast) 프로토콜[3]

DDT 프로토콜은 2000m 까지의 전송률이 100%가 되지 않는다. 즉, 신뢰도가 낮아 차량의 밀도가 낮은 곳에서는 사용하기가 힘들다. 그래서 이를 보완하기 위해 IVG 프로토콜이 연구 되었고 위험지역 개념을 추가하여 효율적인 전송을 하도록 하였다.

위험지역은 긴급 차량이 존재하는 후방 지역과 다른 차선 전방 지역을 뜻한다. 응급 메시지를 재전송시 전송한 차량과 수신한 차량의 위치 관계를 파악하여, 위험지역에 해당하지 않은 차량은 해당 메시지를 수행하지 않는다. 이는 redundant 메시지를 줄여 전송률을 높이기 위함이다.



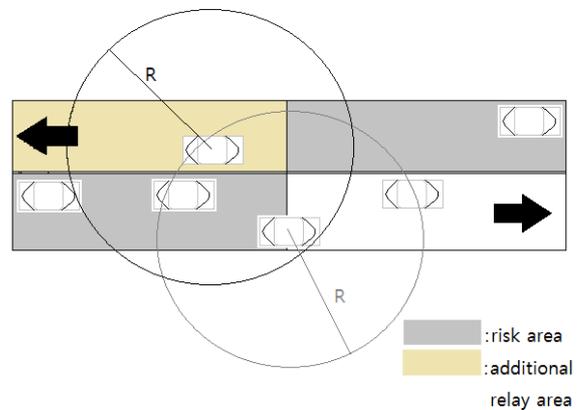
[그림 4] IVG 프로토콜의 위험지역

2.3.3 DDT, IVG 프로토콜을 보완한 차량속도 기반의 적응형 전송 프로토콜[4]

DDT 프로토콜은 일정한 시간을 정하여 그 시간만큼 응

급 메시지를 재전송한다. 차량의 밀집도와 속도와는 무관하게 전송이 되기 때문에 그리 위험하지 않은 거리와 속도를 지닌 차량도 응급 메시지를 수신 받게 된다.

IVG 프로토콜은 위험지역을 벗어난 전, 후방 차량에 메시지를 전송하지 못한다. 이를 보완한 것이 차량속도 기반의 적응형 전송 프로토콜이다. DDT 프로토콜에서의 문제점은 차량속도를 계산하여 저속과 고속의 경우를 두어 전달되는 거리를 조정한다. 이로 인해 redundant message를 줄여 효율적인 메시지 전송이 가능해진다. IVG 프로토콜의 문제점은 additional relay area를 두어 메시지를 전달하는데 이로 인해 overlap area가 생기게 되고 이를 이용해 전송 거리를 약 2배 늘릴 수 있어 효율적인 전송이 가능해진다.



[그림 5] relevant area의 확대



[그림 6] overlap area

3. 제안방식

차량속도 기반의 적응형 전송 프로토콜은 모든 차량이 GPS 시스템을 탑재한 것을 전제로 한다. 이는 GPS 수신율이 떨어지는 터널, 고가도로, 지하주차장과 같은 방해요소가 존재하는 곳에서의 충돌이 있을 시, 위치 정보를 수신하기가 어려워 응급 메시지 전송 가능성이 매우 낮다. 이로 인해 VANET(Vehicular Ad hoc Network) 상에서

충돌회피 프로토콜이 존재 함에도 특수 상황에서의 사고가 발생할 시 응급 메시지가 전달되지 않을 수 있다.

이를 보완하기 위해 우리는 이와 같은 방해요소가 존재하는 특수 상황 시 GPS 수신을 통한 위치 데이터 수신 방식이 아닌 Wireless LAN 기반에서 삼각측량을 이용한 위치 데이터 수신을 제안한다. WLAN 기반에서 메시지 전달은 직선거리에 방해물이 없을 시 원활하게 전송된다. 도로는 직선거리에 차량만 놓이기 때문에 다른 방해요소가 없다. 그리고 직선거리의 메시지 전달만 이루어지기 때문에 터널이나 고가도로에서도 GPS에서와 같은 방해요소가 존재하지 않는다.

모든 차량은 WLAN 기반의 송수신 장치를 가지고 있고 충돌 사고 발생 시 해당 차량으로부터 위협지역 내에 있는 차량을 3대 이상으로 가정한다. 터널과 같이 GPS 수신율이 낮은 장소에 차량이 있을 시, 주변 차량의 WLAN 기반의 RSSI를 이용하여 삼각 측량 방식을 사용하여 위치 데이터를 구하고, 위치 데이터로부터 속도 데이터를 구하며 이동한다. 사고가 발생하면 해당 사고 차량으로부터 응급 메시지를 차량속도 기반의 적응형 전송 프로토콜에 따라 주변 차량으로 전송한다.

4. 결론

기존의 GPS를 이용하는 차량속도기반의 충돌회피 프로토콜은 GPS가 제한되는 지역에서 무용지물이 될 수 있다. 특히 우리나라는 산악지형이 많고 터널을 많이 이용해야 하는 환경이기 때문에 터널 안에서의 충돌방지를 위한 프로토콜을 제안해 보았다. 제안한 방법을 사용할 경우 GPS 미수신 지역에서도 속도기반의 적응형 전송프로토콜을 사용하여 사고 발생 시 더 큰 사고로 발전하는 것을 예방할 수 있을 것으로 기대된다. 삼각측량에 따른 위치 측정은(3m*3m이내) GPS보다(10m~15m) 정밀하기 때문에 좀 더 정확한 속도 데이터를 얻을 수 있고 무선 단말기의 장치도 상대적으로 저렴한 편이다. 그러나 차량의 AP를 이용한 삼각측량인 관계로 세 대 이상의 차량이 존재하지 않으면 속도 데이터를 얻을 수 없는 점과 AP의 특성상 직선거리 장애물이 많을 경우 수신율이 떨어진다는 점이 단점으로 판단되며 앞으로 이에 관한 연구가 더 필요할 것이다.

참고문헌

- [1] 김수희, "Wireless Lan 환경 하에서 Access Point의 RSSI삼각측량 방식을 이용한 RTLS 설계", 2006
- [2] Abdelmalik Bachir, "A Multicast Protocol in Ad hoc Networks Inter-Vehicle Geocast", 2003
- [3] Min-Te Sun et al, "GPS-Based Message Broadcasting for Inter-vehicle Communication", IEEE VTC, Vol. 6, pp.2685-2692, Sept., 2000
- [4] 김광호, "충돌회피를 위한 차량속도 기반의 적응형 전송 프로토콜", 2006