

자동차 환경에서의 패킷 충돌 회피 방법에 대한 연구

A Study on Packet Collision Avoidance Method in Vehicular Ad Hoc Network

이민우*, 임재훈**, 김민기***, 박귀태****

Min-Woo Lee, Jae-Hoon Lim, Min-Ki Kim, Gwi-Tae Park

Abstract - In the VANET, density is a most important factor for reception rate of packet. So, we have to find solutions to reduce packet collision. There are two approaches. First, packet collision avoid by controlling transmission interval. Second, packet collision avoid by controlling transmission power. In this paper, we propose a simple method to reduce a packet collision by controlling transmission power. It uses the number of neighbors and adaptive controlling method. This method have better performance about packet reception rate.

Key Words : VANET, Packet Collision, Vehicle, InterVehicle, Collision Avoidance

1. 서론

1.1 Vehicular Ad Hoc Network

1.1.1 자동차의 보급률과 그에 따른 문제점

자동차는 이제 우리 삶에서 떼어낼 수 없는 생필품이 되고 있다. 통계청 자료에 따르면, 2008년 자동차의 등록대수는 1,600만대로 인구 3.4명당 한 대의 자동차가 등록되어 있는 상황이다. 이는 2000년도의 1,200만대에서 꾸준히 늘어나는 추세이기에 해가 지남에 따라서 자동차의 등록대수는 점점 늘어날 것으로 예측된다. 이렇게 자동차가 현대인의 생활에 깊숙이 들어와 있는 상황에서 일반적으로 사람들은 하루에 2.5시간을 자동차 안에서 생활한다고 한다. 따라서 자동차 안에서의 편의와 재미를 위한 기술이 필요하다고 할 수 있다. 이러한 기술적 지원은 Vehicular Ad Hoc Network가 적절한 해결법이 될 수 있다고 할 수 있겠다.

자동차가 우리 생활에 깊숙이 연관되어지면서 생기는 긍정적인 부분도 있지만 부정적인 부분도 간과할 수 없다. 그 한 부분으로 자동차 사고를 들 수 있다. 통계청 자료에 따르면, 2000년도 교통사고 발생 건수는 30만 건에 다다를 정도로 많은 사고가 발생하였다. 이후 여러 교통 시설의 정비와 교통법의 변화 등으로 교통사고를 줄이려는 노력을 한 결과, 2007년에는 교통사고 발생건수가 22만 건 수 정도로 줄어졌다. 이 수치역시 사고의 발생건수가 줄어들고는 있지만, 여전히 교통사고 발생건수가 20만 건 이상이 되고 있는 상황이기에 문제가 된다고 할 수 있다. 통계청의 자료에 따르면, 교통사고 발생건수의 22.7%가 운전자의 부적절한 반응 때문에 생기는 사고라고 알려져 있다. 자동차 운전자의 경우 자신의 시

선 안의 위험요소에 대해서만 인지가 가능하기 때문에 시선 밖의 위험 요소에 대한 선 경고 시스템이 필요하다고 할 수 있다. 마찬가지로 Vehicular Ad Hoc Network가 이에 대한 적절한 해결법이 될 수 있다고 할 수 있겠다.

1.1.2 Vehicular Ad Hoc Network의 종류

앞에서 살펴본 자동차 네트워크의 필요성을 되새겨 보면, 자동차 네트워크는 다음과 같은 요구사항이 있다. 첫 번째, 자동차는 분산적으로 자신의 지역 환경정보를 수집할 수 있어야 한다. 둘째, 지연시간이 짧아야 한다. 마지막으로, 통신과 시스템구성이 저렴하여야 한다. 이와 같은 요구사항에 적절한 자동차가 취할 수 있는 네트워크는 크게 세 가지 종류가 있다. 첫 번째, 위성과 자동차의 통신이 있다. 이는 위성과의 통신이 이루어지기 때문에 지연시간이 길어진다는 단점이 생긴다. 때문에 지연시간이 짧아야 하는 특성이 부합하지 않게 된다. 두 번째, 도로 주변의 시설과 자동차의 통신이 있다. 이는 지연시간이 위성보다는 짧다는 장점이 있지만 도로 주변에 시설을 설치해야 한다는 단점이 생긴다. 마지막으로, 자동차와 자동차간의 통신이 있다. 이는 지연시간도 짧고, 시설물을 설치해야 하는 조건도 없기 때문에 싼 가격에 통신을 할 수 있는 장점이 있다. 때문에 이 Vehicular Network가 가장 적절한 해결책이 될 수 있다.

그렇다면 Vehicular Network의 종류에 대해서 알아보도록 한다. Vehicular Network에는 세 가지 종류의 Network이 존재한다. 첫 번째로 자동차 내부에서의 통신인 In-Vehicle Communication이다. 이는 자동차 내부의 센서와 컨트롤러 사이의 통신에 대한 부분이다. 이에 해당하는 통신규약으로는 CAN이나 FlexRay같은 종류가 있다. 두 번째로, Roadside to Vehicle Communication이 있다. 이는 도로 주변에 설치된 Roadside Infrastructure와 Vehicle사이의 통신을 일컫는다. 이에 해당되는 시스템으로는 Cellular Network가 있다. Roadside to Vehicle Communication에는 문제점이 있다. 이는 도로의 모든 곳에 Infrastructure가 설치되어 있어야 하는

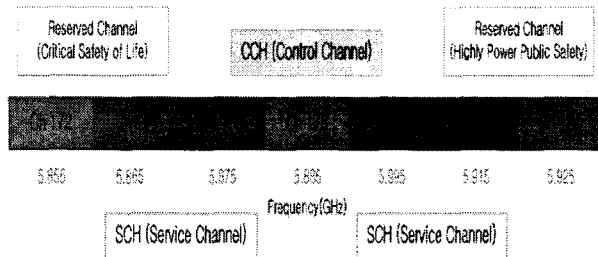
저자 소개

- * 李 珉 友 : 高麗大學 電子電氣學科 碩士課程
- ** 林 載 薰 : 高麗大學 電子電氣學科 碩士課程
- *** 金 珉 畿 : 高麗大學 電子電氣學科 碩士課程
- **** 朴 貴 泰 : 高麗大學 電子電氣學科 正教授 · 工博

데, 시골과 같은 시설물이 없는 곳에서는 통신이 불가능하다는 문제점이 생기는 것이다. 마지막으로, Vehicle to Vehicle Communication이다. 이는 도로 주변의 시설물 없이 통신을 하는 방식으로, 특별한 서비스를 제공하는 제공자가 없이 각 자동차가 정보를 제공하는 제공자가 되는 동시에 정보를 제공받는 소비자가 된다. 하지만 이 방식에는 자동차의 흐름과 밀도에 따른 패킷의 충돌 현상이 발생하여 패킷의 전달률이 낮아지는 문제점이 생길 수 있다.

1.1.3 Inter-Vehicle Communication

위에서 언급한 Vehicle to Vehicle Communication에서 생기는 패킷 충돌 현상의 이유에 대하여 알아보도록 한다. 자동차간의 네트워크는 IEEE802.11인 Wireless LAN에서 시작하여 파생해 나간다. 무선통신규약은 a, b, g, p등의 파생된 규약을 가지는데 우리가 주목할 부분은 IEEE 802.11p인 WAVE(Wireless Access in the Vehicular Environment)이다. 이는 Intelligent Transportation System을 지원하는 무선통신 규약으로 빠른 속도에서의 패킷 교환이 가능한 특징을 가지고 있다. 이는 5.9GHz 주파수 대역에서 사용되고 있으며, DCF(Distributed Coordination Function)과 EDCA(Enhanced Distributed Channel Access)방식을 사용하고 있다. Inter-Vehicle Communication의 네트워크 OSI 7계층 상위는 WAVE가 IEEE 1609.1부터 4가지의 규정으로 커버하고 있고, 하위의 2계층은 DSRC(Dedicated Short Range Communication)이 커버하고 있다. 여기서 패킷 충돌은 Channel의 사용에 관한 부분이기 때문에 이 부분을 살펴보도록 한다.



<그림 1. DSRC Channel Allocation>

Inter-Vehicle Communication에서 사용하고 있는 Channel의 할당을 보면 위 그림과 같다. 5.855GHz부터 5.925GHz까지를 사용하고 있으며, 10MHz간격으로 나누어 총 7개의 채널을 사용하고 있는 것을 확인할 수 있다. 양 끝의 두 채널은 특정 기능으로 예약되어 있고, 가운데의 178번 채널은 Control Channel이다. 그 양옆으로 4개의 채널은 Service Channel이 된다. 컨트롤 채널은 안전과 관련된 정보를 주고 받을 때 주로 사용된다. 안전과 관련되지 않는 정보는 서비스 채널을 이용하여 전송이 된다.

메시지의 통신은 두 가지 모습을 하고 있다. 첫 번째로 Uni-cast방식이다. 이는 1:1로 완전한 연결이 이루어지며, RTS/CTS와 같은 링크에 대한 결합 여부를 결정하고 확인하는 제어패킷이 첨부되는 메시지 교환 방식이다. 두 번째는 Broadcast방식이다. 이는 주변의 노드들에게 무작위로 데이터를 전송하는 방식으로, RTS/CTS와 같은 링크에 대한 확인을 해주는 패킷을 사용하지 않는다. ACK등을 이용한 데이터 수신하였는지에 대한 확인은 해주지 않는 것이다.

Inter-Vehicle Communication에서 주고받는 데이터에 대

한 이야기를 추가적으로 해 보도록 한다. 자동차간 통신에서는 두 가지 종류의 통신을 한다. 첫 번째는 자동차의 상태 정보를 주기적으로 전송하는 Periodic message(Beacon)와 나머지는 순간적인 위험이나 사고 등의 정보를 전송해주는 Event-Driven message이다. 이 두 가지 통신은 모두 One-Hop Broadcasting 방식이다. 때문에 이 메시지는 Control Channel을 이용한다. 앞에서 살펴본 DSRC의 Channel 구성은 컨트롤 채널이 한 개이기 때문에 여러 노드가 한 개의 채널을 동시에 접근하려고 하거나, 이미 점유된 채널에 대한 접근을 시도하려고 하다가 생기는 패킷의 손실 등은 패킷 충돌과 직접적인 연관이 있는 것이다. 때문에 이러한 상황에서의 패킷 충돌을 줄이는 방법이 굉장히 중요하다고 할 수 있다.

1.2 Related Works

VANET(Vehicular Ad Hoc Network)에서 패킷 충돌을 줄이기 위한 방법으로는 크게 두 가지 방식이 있다. 첫 번째는 정보의 전송과 전송 사이의 간격을 조절하여 충돌을 회피하는 방식이다. 두 번째로는 Broadcast를 하는 전송 거리를 조절하여 충돌이 생길 수 있는 노드의 숫자를 줄여서 충돌을 줄이려는 방식이다. 첫 번째의 전송과 전송 사이의 Interval을 조절하는 방식은 SODAD(Segment-Oriented Data Abstraction and Dissemination)이 있다. 이는 Provocation과 Mollification이라는 Event를 두어 각각이 일어났을 경우 Interval을 늘이거나 줄여서 Adaptive Interval을 설정하는 방식이다. 두 번째의 전송 거리를 조절하여 충돌이 되는 경쟁 노드의 수를 줄이는 방식은 DTRA(Dynamic Transmission-Range Algorithm)이 있다. 이는 Density와 Flow의 관계를 이용하여 현재 자동차의 local density를 계산하여 구한 후 그에 적합한 flow를 따져서 congested한 상황일 때 적합한 Transmission Power로 조절을 하는 방식이다.

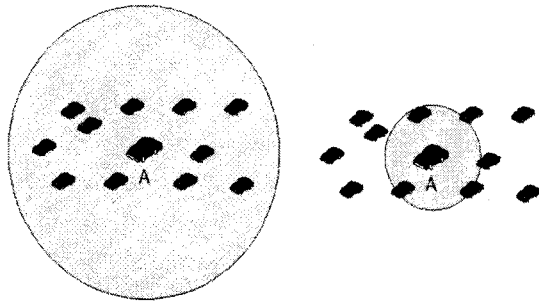
본 논문에서는 Transmission power를 줄이는 방식을 기존의 Density와 Flow의 관계에 따른 결정이 아닌, 각 자동차가 가지고 있는 이웃 노드의 개수를 정하여 이웃 노드 수를 제한하는 전송 거리를 유지하여 충돌에 대한 경쟁을 늘 일정한 개수의 노드들끼리만 하도록 하는 방식을 제안하고 있다. 논문은 2장에서 제안된 방법에 대한 설명을 하도록 하고, 제안된 방식의 성능 평가를 하도록 한다. 3장에서는 결론을 맺도록 하고, 앞으로의 연구에 대한 설명을 한다.

2. 본론

2.1 Proposed Method

제안된 방법은 노드가 가지는 이웃노드의 수를 가지고 전송 파워 조절을 한다. 네트워크에서 노드는 이웃노드를 가진다. 이때 A와 B가 이웃해 있다고 할 때, B는 A의 이웃이 될 수 있다. 하지만 이웃 관계는 반드시 대응적이지 않기 때문에, A가 B의 이웃이 되지는 않는다. 한 노드의 이웃의 개수는 결국 해당 노드가 채널을 접근 할 시 함께 경쟁할 가능성이 있는 노드의 개수와 같은 의미이기 때문에 이 이웃의 개수가 패킷 충돌의 가능성과 밀접한 관련이 있다고 할 수 있다. 따라서 노드의 이웃노드 숫자를 제한하여 일정한 숫자의 노드들과 경쟁을 펼칠 경우 패킷의 손실이 줄어드는 효과를 얻을 수 있게 되는 것이다. 노드의 전송 파워를 줄여서 전송

거리를 제한하는 방법으로 이웃의 개수를 제한한다.



<그림 2. 전송 거리 조절을 통한 이웃 노드의 제한 방식>

위 그림의 왼쪽과 같은 상황이라고 한다면 현재 자동차 A의 패킷 충돌 가능성은 매우 높게 된다. 따라서 오른쪽과 같이 전송 거리를 제한하여 이웃노드의 수를 줄이게 되면 자동차 A의 패킷 충돌 가능성은 줄어들게 된다. 이러한 방식의 과정을 알고리즘화하여 표현하면 다음과 같이 표현되게 된다.

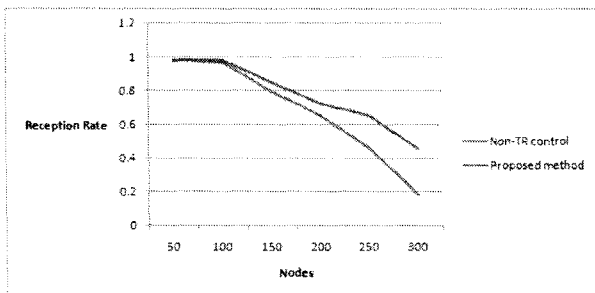
Condition	Action
Number of neighbor < Lower Trigger Point	$P_{Tx} = \min\{P_1 + \Delta, P_{max}\}$
Number of neighbor > Upper Trigger Point	$P_{Tx} = P_1 - \Delta$
LTP < Number of neighbor < UTP	$P_{Tx} = P_1$

<표 1. Proposed Method to Control Transmission Power>

위 표와 같은 방법을 이용하여, 자동차의 이웃 수를 판단하여 전송 파워를 조절하여 이웃 수를 제한하는 방식을 이용하도록 한다. 이때 Δ 은 이웃의 개수에 따라서 Scale을 다르게 조절하여 사용하도록 한다. Scale되는 양은 Large-Scale과 Small-Scale 두 가지로 나누어서 사용하게 되고, 원하는 전송 영역이 될 때까지 여러번의 알고리즘이 사용되어야 할 경우, Large-Scale Δ 를 이용하여 빠르게 전송 영역을 줄이거나 늘린 후 Small-Scale Δ 를 이용하여 세부적인 부분의 조절을 하는 방식을 사용하는 것이다.

2.2 Performance Evaluation

제안된 패킷 충돌 회피 방법의 성능 평가를 시뮬레이션을 통하여 하도록 한다. 시뮬레이션 틀은 NS2를 이용하였다. 시뮬레이션은 50, 100, 150, 200, 250, 300개의 노드의 상황에서 진행되었으며, Transmission Power 조절이 없는 상황에서와 제안된 방식을 통한 상황에서의 Reception Rate를 비교하도록 한다.



<그림 3. Performance Evaluation>

위 그래프를 살펴보면, Transmission Power 조절이 없는 상황에서와 TR 조절을 한 상황에서 노드의 개수가 적을 시에는 Reception Rate의 차이가 거의 없는 것을 볼 수 있다. 이는 일정한 지역에 적은 수의 노드는 충돌을 일으킬 요소가 되지 못하는 것을 말한다. 하지만 점점 노드의 수가 늘어날

수록 TR조절이 없는 방식은 패킷 충돌이 생기기 때문에 Reception Rate가 줄어드는 것을 볼 수 있다. 이러한 상황에서 제안된 방식은 Reception Rate를 높여 주고 있는 것을 볼 수 있다. 이는 복잡한 네트워크 상황에서 TR조절 없이 생기는 충돌이 많이 생길 수 있는 상황을 TR조절을 통하여 이웃의 개수를 제한시킴으로서 충돌의 발생을 줄일 수 있기 때문이다. 따라서 제안된 이웃 노드 숫자를 제한하는 방식의 TR조절이 Packet Collision을 줄이는데 도움이 되고 있음을 알 수 있다.

3. 결론

Vehicular Ad Hoc Network는 현대 사회에서 가장 필요한 기술이 되어가고 있다. 이미 자동차는 우리 삶에 중요한 부분을 차지하고 있으며, 그에 따른 편의제공이 필요하다. 또한 자동차로 인한 안전사고에 대한 대비도 매우 중요한 요소가 되고 있기 때문이다. VANET은 이러한 요구에 대한 충족을 가져다주고 있는 기술이다. 하지만 이러한 VANET의 사용에는 Packet Collision 문제가 남아 있는 상황이다. Packet Collision은 자동차 네트워크의 성능에 큰 영향을 미치는 요소이기 때문에 이에 대한 해결책이 반드시 필요한 상황이다. 이러한 패킷 충돌에 관한 해결책은 Interval에 대한 접근 방식과 Transmission Power Control을 통한 접근 방식, 두 가지가 있다. 첫 번째 접근 방식인 Interval을 이용한 방식은 Overhead가 커지는 문제점이 있다. 두 번째 접근 방식인 TR 조절 방식은 기존의 DTRA방식의 경우 미리 설정되어야 하는 상수들이 있는 문제점이 있다. 때문에 본 논문에서는 간단하게 TR 조절을 이끌어 낼 수 있는 노드 개수를 이용한 방식을 제안하고 있다. 노드의 개수를 이용한 방식은 기존의 방식보다 TR조절을 쉽게 할 수 있는 장점이 있다. 성능 평가에서 TR조절이 없는 방식보다 Reception Rate이 좋아진 모습을 볼 수 있다. 앞으로의 연구에서는 기존의 Density와 Flow관계를 이용한 방식을 좀 더 간편화 하는 방법에 대한 연구가 필요하다고 본다.

참 고 문 헌

- [1] Marc Torrent Moreno. Inter-Vehicle Communications: Achieving Safety in a Distributed Wireless Environment.
- [2] Lars Wischhof. IEEE Trans. ITS. 2005. Information Dissemination in Self-Organizing Intervehicle Networks.
- [3] Mean Artimy. IEEE Trans. ITS 2007. Local Density Estimation and Dtnamic Transmission-Range Assignment in Vehicular Ad Hoc Networks.
- [4] 이성렬. VANET에서의 무선 전송 기술
- [5] Ram Ramanathan. Topology Control of Multihop Wireless Networks using Transmit Power Adjustment.
- [6] Paolo Santi. Topology Control in Wireless Ad Hoc Sensor Networks.