V2X 환경에서 QoS 향상을 위한 라우팅 프로토콜

박현준 [1], 이효빈 [1], 임현수 [1], 이영철 [2], 김재완 [2]
[1] 영진전문대학교 미래자동차전자과 학부생
[2] 영진전문대학교 미래자동차전자과 교수

guswns3277@g.yju.ac.kr, knass1205@g.yju.ac.kr, lim020214@g.yju.ac.kr, cherll@yju.ac.kr, jwkim@yju.ac.kr

A Routing Protocol for Enhancing the QoS in V2X Environment

Hyeon-Jun Park[1], Hyo-Bin Lee[1], Hyeon-Su Lim [1], Yeong-Cheol Lee[1], Ja-Wan Kim[1]
[1]Dept. of Advanced Automotive Electronics, Yeung-Jing University

요 약

차량 애드 혹 네트워크(VANET)는 운전자에게 안전하고 편안한 운전을 위한 다양한 서비스를 제공한다. VANET 은 차량의 이동으로 인해 토폴로지 변화가 빠르게 발생하기 때문에 무선 링크 품질과 링크 안정성의 변화가 극심하다는 문제가 있다. 본 논문에서는 VANET 을 위한 새로운 라우팅 프로토콜을 제안한다. 제안하는 프로토콜은 링크 품질과 링크 안정성을 사용하여 최적의 라우팅 경로를 제공하며, 네트워크 QoS 를 제공할 수 있다. 시뮬레이션 결과는 처리량, 패킷 손실률, 그리고 종단 간 지연 측면에서 상당한 성능 개선을 보여준다.

1. 서론

VANET(Vehicular Ad Hoc Network)은 차량이 서로 직접 무선 통신을 통해 임시 네트워크를 형성하고, 메시지를 전달하기 위해 중계 차량을 사용하는 시스템이다. VANET 내의 차량은 무선통신 기능을 갖춘 지능형 센서 노드 역할을 수행한다. 이 시스템은 운전자에게 다양한 안전 관련 서비스 및 사용자 편의 서비스를 제공하는 데 사용될 수 있다.

VANET 은 데이터 패킷을 전송하기 위해 무선 매체를 사용하므로 다른 노드로 데이터 패킷을 전송할 경우 링크 품질에 따라서 데이터 패킷의 전송 성공율이 영향을 받게 된다. 이는 데이터 패킷의 전송 거리가 멀어질수록 데이터 패킷의 전송 에러가 발생할 가능성이 높아짐을 의미한다. 이러한 경우 패킷 전송율(throughput)이 낮아지게 되며 결과적으로 데이터 패킷의 전송 효율을 감소시키게 된다. 또한, 차량의 높은 이동성은 토폴로지의 변화를 야기시킨다. 따라서, 본 논문은 QoS 를 제공하기 위한 WAVE 기반의 VANET 에서의 새로운 라우팅 프로토콜을 제안한다. 제안하는 라우팅 프로토콜은 링크 품질과 링크 유지시간을 고려하여 라우팅 경로를 설정한다.

2. 제안하는 알고리즘

라우팅 경로 설정을 위한 두번째 요소는 링크 유지 시간이다. 링크 유지 시간을 계산하기 위한 정보는 BSM(Basic Safety Message) 메시지에 포함된다. BSM 메시지 교환을 통해 노드 i 의 좌표 (x_i, y_i)와 노드 j 의 좌표 (x_j, y_j)를 구할 수 있다. 또한, 두 노드의 속도인 v_i, v_j 및 두 노드의 방향 θ_i, θ_j 를 알 수 있다.

$$\Delta v_x = v_i \cdot \cos\theta_i - v_j \cos\theta_j \quad (1)$$

$$\Delta x = x_i - x_j \quad (2)$$

$$\Delta v_y = v_i \cdot \sin\theta_i - v_j \sin\theta_j \quad (3)$$

$$\Delta y = y_i - y_j \quad (4)$$

식 1~4 를 이용하여 획득한 정보들을 이용하여 다음과 같이 계산하여 두 노드의 링크 지속 시간(LMT) 을 획득할 수 있다.

$$LMT = \frac{-\left(\Delta v_x \cdot \Delta x + \Delta v_y \cdot \Delta y\right) + \sqrt{\left(\Delta v_x^2 + \Delta v_y^2\right) r^2 - \left(\Delta v_x \cdot \Delta v_y - \Delta x \cdot \Delta y\right)^2}}{\Delta v_x^2 + \Delta v_y^2} \quad (6)$$

OBU 들은 경로 상의 링크에서 지원하는 LMT 와 데이터 속도를 사용하여 필요한 링크 비용을 계산한다. 중간 OBU 의 링크 비용은 라우팅 경로 상의 모든 링크에 대해 LMT 와 데이터 속도의 곱의 역수를 합산

하여 계산된다. 즉, 링크 비용은 다음과 같이 계산된다:

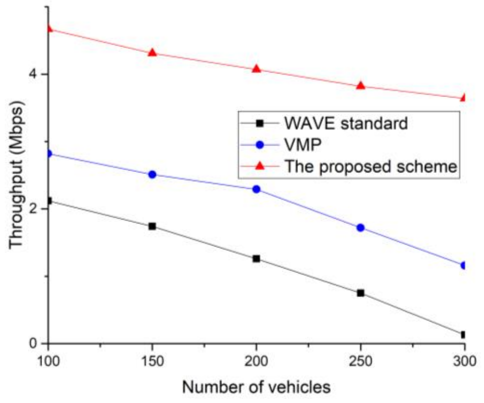
$$Cost_{new} = \sum_{i,j=1}^{n} \frac{1}{R_{i,j} \cdot LMT_{i,j}} \quad (7)$$

자신의 통신 범위를 벗어난 디바이스에게 데이터를 보내기 위해, OBU 는 RREQ IE 를 브로드캐스팅 한다. RREQ 프레임을 수신한 OBU 들은 Link Cost 필드를 확인한다. 동일한 소스-목적지 디바이스 주소를 갖는 RREQ 프레임을 수신한 경우, 이전과 동일하게 새롭게 링크 비용을 계산한다. 만일 새롭게 계산한 링크 비용이 이전에 계산한 링크 비용보다 작을 경우, 새롭게 계산한 링크 비용을 RREQ 프레임에 저장하여, 브로드캐스팅 한다. RREQ 프레임을 전송할 때에는, 홉 카운트 필드의 값을 1 씩 증가시키고, 전송한다. 따라서, RREQ 프레임을 최종 목적지 디바이스가 수신하게 되면, RREQ 프레임에 대한 응답으로 RREP 프레임을 전송한다.

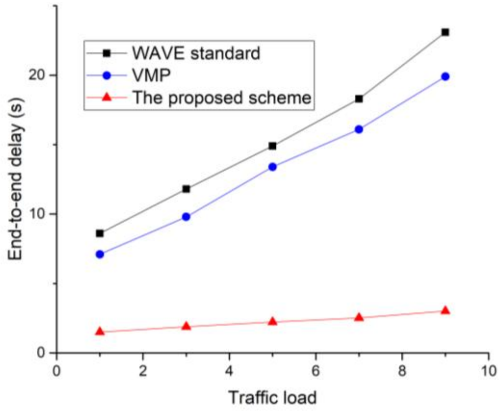
RREP 프레임을 수신한 디바이스는 우선 Target Addr 필드를 확인한다. 자신의 주소와 Target Addr 필드의 값이 일치한다면, 디바이스는 relay Addr 필드를 자신의 주소로 설정하고, Target Addr 필드를 RREP 프레임을 전송하고자 하는 장치의 주소로 설정한 후, 전송한다. 또한, RREP 를 수신한 OBU 는 Resource allocation request frame 를 RSU 에게 전송한다. 만일 자신의 주소와 Target Addr 필드가 일치하지 않는다면, RREP 프레임을 파기하고, 응답하지 않는다.

3. 성능분석

시뮬레이션은 Omnet++를 사용하였으며, 차량의 수와 트래픽 부하를 변화시키면서 네트워크의 성능을 분석하였다. 본 시뮬레이션에서는 제안하는 라우팅 기법을 WAVE 표준과 차량 다중 홉 프로토콜 (VMP)[3]과 비교하였다. 그림 1 과 2 는 네트워크의 트래픽 부하에 따른 처리량 및 지연시간의 변화를 보여준다. 그림 1 과 2 에서, 제안하는 기법은 경로 설정 시 링크 상태와 링크 유지 시간을 고려하여 보다 안정적인 데이터 전송이 가능하다. 따라서, 제안된 기법은 기존 프로토콜보다 더 나은 성능을 제공할 수 있다.



(그림 1) 차량의 수에 따른 처리량 비교.



(그림 2) 차량의 수에 따른 지연시간 비교

4. 결론

본 논문에서는 V2X 환경에서 QoS 를 제공하기 위한 새로운 라우팅 방안을 제안한다. 제안하는 라우팅 프로토콜은 링크 품질과 링크 만료 시간을 고려하여 라우팅 경로를 설정한다. 따라서 제안된 라우팅 프로토콜은 개선된 네트워크 성능을 제공할 수 있다. 소스와 목적지 장치 사이에 여러 경로가 존재하는 경우, 제안하는 라우팅 프로토콜은 각 링크가 지원하는 채널 조건, 차량의 속도, 차량의 위치를 사용하여 최적의 라우팅 경로를 결정할 수 있다.

참고문헌

[1] Uzcategui R, De Sucre AJ and Acosta-Marum G. Wave: a tutorial. IEEE Commun Mag 2009; 47(5): 126–133.
[2] IEEE Standard 802.11p:2007. Wireless access in vehicular environments (WAVE) draft task group.
[3] W. Cho and H. S. Oh, “A multi-hop communication scheme for IEEE 802.11p based V2V communication systems,” in Communication and Networking, T.-h. Kim, H. Adeli, W.-c. Fang, T. Vasilakos, A. Stoica, C. Z. Patrikakis, G. Zhao, J. G. Villalba, and Y. Xiao, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2011, pp. 26–33.