

도심환경에서 통신 단절 예방을 위한 RRPS(RSU Request Priority Scheduling)설계

박석규*, 안희학**, 정이나***

Preventing Communication Disruption in the Urban Environment Using RRPS (RSU Request Priority Scheduling)

Seok-Gyu Park*, Heui-Hak Ahn**, Yi-Na Jeuong***

요약 본 논문에서 제안하는 “도심환경에서 통신 단절 예방을 위한 RRPS(Priority Scheduling and Multi Path Routing Protocol)”에서는 밀집도에 따라 통신의 단절이 빈번하게 일어나는 도심환경의 V2I 및 V2V통신의 단절을 최소화 하기 위하여, RSU의 관리 영역인 Start Line, End Line을 이용하여 End Line에 도달하기 전에 요청 메시지에 대한 우선순위를 적용하여 우선순위가 제일 높은 요청데이터를 먼저 처리할 수 있도록 하는 RRPS(RSU Request Priority Scheduling)알고리즘을 설계를 제안한다. 결과적으로 본 논문에서 제안하는 RRPS는 RSU내에 정보를 요청한 차량의 메시지에 대하여 우선순위 스케줄링을 적용하여 V2I의 처리효율을 향상하고, 통신 단절을 예방하여 전송 성공 확률을 향상시키는 효과를 갖는다.

Abstract This paper proposed "Priority Scheduling and MultiPath Routing Protocol (RRPS) for preventing communication disruption in the urban environment" to minimize the disconnection or disruption of V2I and V2V communication in the urban environment where communication is frequently disconnected according to density. The flow of the RRPS is explained as follows. RSU Request Priority Scheduling (RRPS) is used to apply the priority of the request message prior to reaching the end line by using the Start Line and End Line, which are the management areas of the RSU). This paper also proposed MPRP (Multi Path Routing Protocol) design to set up the multipath to the destination. As a result, the proposed RRPS improves the processing efficiency of V2I by applying priority scheduling to the message of the vehicle requesting the information in the RSU, and can prevent the communication disconnection. Thereby, it is improved the transmission success probability.

Key Words : ITS, Scheduling Algorithm, VANET, V2I Routing

1. 서론

현재 차량 및 교통 환경은 융합연구의 발전을 거듭하며 스마트카 및 지능형 기반 도로 시스템으로 발전하고 있다. 그 중에서도 차량과 차량간의 통신을 의미하는 V2V와 차량과 인프라 통신을 의미하는 V2I는 기본적인 도로의 통신수단으로 위성,

기지국, 도로기반 시설과 연계하여 차량 엔터테인먼트, 정보 전파, 통신 및 군집 운행 등의 여러 가지 이점을 제공하고 있다. 차량 애드 혹 네트워크 VANET은 차량들을 노드로 간주하는 네트워크 환경이며, 차량 노드들은 RSU를 통해 데이터를 요청하고, RSU는 차량이 요청한 데이터를 자신의 영역내에 차량이 존재할 때 처리하게 하는 것이

* Division of Computer Internet, Gangwon Provincial University

**Corresponding Author : Division of Computer Science, Catholic Kwandong University(hhahn@cku.ac.kr)

***Division of Computer Science, Catholic Kwandong University

Received December 03, 2016

Revised December 19, 2016

Accepted December 19, 2016

중요하다. 본 논문에서 제안하는 “도심환경에서 통신 단절 예방을 위한 RRPS(Priority Scheduling and Multi Path Routing Protocol)”에서는 밀집도에 따라 통신의 단절이 빈번하게 일어나는 도심환경의 V2I 및 V2V통신의 단절을 최소화하기 위하여, 첫째, RSU의 관리 영역인 Start Line, End Line을 이용하여 End Line에 도달하기 전에 요청 메시지에 대한 우선순위를 적용하여 우선순위가 제일 높은 요청데이터를 먼저 처리할 수 있도록 하는 RRPS(RSU Request Priority Scheduling)알고리즘을 설계를 제안한다. 결과적으로 본 논문에서 제안하는 RRPS는 RSU내에 정보를 요청한 차량의 메시지에 대하여 우선순위 스케줄링을 적용하여 V2I의 처리효율을 향상하고, 통신 단절을 예방하여 전송 성공 확률을 향상시키는 효과를 갖는다.

2. 관련연구

2.1 VANET

차량 애드혹 네트워크 (VANETs)는 교통 시스템의 안전과 효율성 향상을 목표로한다. VANET은 자동차와 같은 네트워크 노드를 포함하는 무선 통신 모듈을 구비한 차량 대 차량 (V2V) 통신 및 도로 측 인프라 유닛 (RSUs)과 차량에 대한 V2I 통신 응용 프로그램 등이 있다 [1]. VANET은 차량 안전, 교통 혼잡 감소 및 위치 기반 서비스(LBS)와 같이 네트워크에 존재하는 다양한 응용프로그램을 가지고 있다 [2]. [3]에서는, 도로 기반 차량 통행 (RBVT)를 이용하여 VANE에 대한 루팅 성능을 개선하기 위해 도로의 레이아웃을 활용하는 도시 기반 환경 VANET 라우팅 프로토콜의 클래스를 제안하였다. RBVT 프로토콜은 엔드, 스타트 포인트 사이의 도로 기반 경로를 생성하는 실시간 차량 교통 정보를 사용한다. 또한 VANET의 응용 연구 가운데 안전 및 수송 효율 애플리케이션과 새로운 분산 차량용 방송 프로토콜 DV-CAST가 [4]에서 제안되었다. 설계된 프로토콜은 조밀한 러시 시간 동안 교통 상황, 하루 중 특정 시간 동안의 트래픽 및 DSRC 기술을 사용하여 자동차의 낮

은 시장 침투 속도와 같은 극단적인 상황에 대처하는 방법을 해결한다. [5]에서, 차량의 위치 추적을 완화하여 위치 개인 정보를 제공하고, LBS 응용 프로그램에 대한 익명 액세스와 차량을 제공하여 사용자의 개인 정보를 보호 서비스가 제안되었다. [6]에서, 대형 주차장에 대한 새로운 VANET 기반 스마트 주차 방식 (SPARK)이 제안되었다. SPARK 방식으로 주차장을 가로 질러 설치 RSUs는 전체 주차장을 모니터링 할 수 있으며, 운전자에게 다음과 같은 편리한 서비스를 제공한다 : 1) 실시간 주차 탐색; 2) 지능형 도난 방지 보호; 3) 친화적 주차 정보 보급. 또한, SPARK 방식은 또한 OBU들에 대한 조건 개인 정보 보호 보존을 제공한다. [7]에서, 송신 전력 및 CW 크기의 동적 적용 공동으로 차량용 통신 신뢰성 브로드 캐스트 전송을 위한 새로운 방식이 논의되었다. 계획은 개별 차량 동적 추정 로컬 차량 밀도에 따라 송신 전력을 적용 네트워크에서 데이터 충돌 레이트에 기초하여 모든 AC를 위해 CW,AC를 조절하는 알고리즘을 제공한다.

2.2 ITS(Intelligent Transportation System)

최근 교통은 차량의 증가에 따라 교통 체증 및 안정성에 심각한 문제를 초래하고 있는 현황이다. 이를 위해 교통 환경을 사회적, 경제적으로 효율적인 관리를 위하여 지능형 교통 시스템(Intelligent Transportation System)이 제안되었다. 이는 도로 및 교통 환경을 관리하며 교통 정보, 대중교통 및 화물차량의 운영 등 여러 문제에 대한 비용절감 및 안정성에 효율적인 영향을 끼치고 있다. ITS는 사전적 의미로 교통 혼잡을 효율적으로 조정하고 안정성을 획기적으로 증진시키기 위하여 도로, 차량, 신호시스템 등 기존 교통체계의 구성 요소에 전자·제어·통신 등 첨단기술을 접속시켜 구성요소들이 상호 유기적으로 작용토록 하는 차세대 교통체계 및 시스템이다[8].

3. 도심환경에서 통신 단절 예방을 위한 RRPS(RSU Request Priority Scheduling)알고리즘 설계

3.1 전체구성

본 논문에서 제안하는 RRPS(RSU Request Priority Scheduling)알고리즘은 크게, 도로 영역 관리를 위한 RSU 내부 캐시 설계와 RRPS 알고리즘 설계로 구성되며, RRPS를 통해 차량과 RSU간 V2I의 통신 효율을 향상시키고 통신 단절을 예방을 지원한다.

3.2 도로 영역 관리를 위한 RSU 내부 캐시 설계

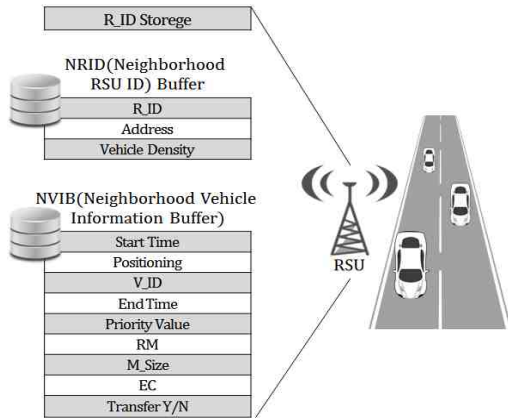


그림 1. RRPS의 RSU 구성도
Fig. 1. RSU configuration diagram of RRPS

본 논문에서 제안하는 도로 영역관리를 위한 RSU 내부 구조는 그림 1과 같이 RSU고유 ID를 기록하는 R_ID 저장소와 이웃 RSU의 R_ID 및 Address, 정기적으로 수신받은 이웃 RSU영역의 밀집도 정보를 기록하는 NRID Buffer와, RSU가 관리하는 영역의 평균속도와 거리를 이용하여 Start line에 도착한 차량으로부터 요청받은 정보를 처리해야하는 시간을 산정한 End Time Set, 그리고 RSU가 관리하는 도로 영역의 차량 정보를 기록하는 NVIB Buffer로 구성된다.

NVIB Buffer는 차량이 관리 영역에 도착하여

정보를 요청 메시지를 처음 보낸 시간을 기록하는 Start time 필드와, 차량에게 Hello Message로 전달받아 업데이트 되는 위치 및 방향정보를 기록하는 Positioning 필드, 차량 고유 ID를 기록하는 V_ID필드, Start time과 RSU의 고유 End Time Set을 합산하여 요청 메시지가 처리되어야 하는 시간을 기록하는 End Time필드, 차량의 요청메시지가 처리되어야하는 우선순위를 기록하는 Priority Value필드, 요청 메시지를 기록하는 RM(Request Message)필드, RM의 크기를 기록하는 M_size필드, 긴급요청 메시지와 같은 예외상황을 기록하는 EC(Emergency Check)필드, 마지막으로 요청 메시지를 End Time내에 처리하지 못하였을 경우, 이웃 RSU에게 전달하여 처리 우선순위를 향상시키는데 사용되는 Transfer Y/N필드로 구성된다.

3.3 RRPS(RSU Request Priority Scheduling) 알고리즘을 설계

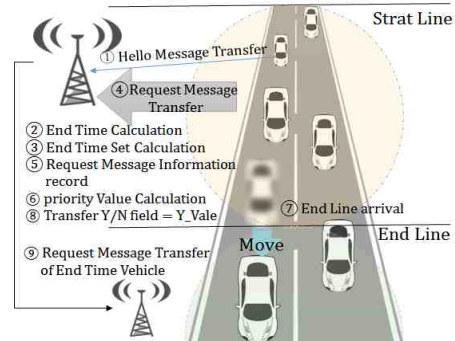


그림 2. RRPS의 처리 방식
Fig. 2. Processing method of RRPS

본 논문에서 제안하는 RRPS는 RSU 내부 캐시 정보를 이용하여, 차량으로부터 전달받은 요청 데이터를 전달받아 우선순위를 산출하여 차량이 RSU의 관리 영역 내에 존재할 때 요청한 정보 데이터를 수신할 수 있게 하며, 만약 과부화과 같은 예외상황이 발생하여 처리하지 못한 데이터에 더 높은 우선순위를 부여고 이웃 RSU로 전달함으로 요청 데이터가 처리되지 못하여 통신 효율을 떨어트리는 현상을 예방할 수 있다. RRPS알고리즘은

다음과 같은 단계로 진행된다.

첫째, RSU는 그림 2와 같이 RSU가 관리하는 영역에 처음 도착한 차량으로부터 전달받은 Hello Message를 통해 차량이 Start line에 도착한 것을 판단한다. 또한, RSU는 Hello message에 기록된 차량의 정보를 수집하여 내부 저장소의 Start Time 및 V_ID필드, Positioning필드를 기록하고, 식 1을 이용하여 End Time값을 산출한다. 이때 End Time Set은 식 2를 통해 산출되며, 식 2에서 D_i 는 거리 정보를 의미하고, ASP는 RSU가 관리하는 영역의 평균 시속을 의미하며 α 는 공사 또는 출퇴근 시간과 같이 예외상황을 적용하기 위한 값이다.

$$End\ Time_{V_i} = Start\ Time_{V_i} + RSU_i(End\ Time\ Set) \quad (1)$$

$$RSU_i(End\ Time\ Set) = (End\ Line_{D_i} - Start\ Line_{D_i}) \times ASP \pm \alpha \quad (2)$$

둘째, RSU는 자신의 영역에 존재하는 차량으로부터 이웃노드 정보와 같이 각 차량이 필요한 정보를 수신하기 위하여 전달한 요청 메시지를 수신하면, 자신의 NVIB 필드에 요청 메시지 및 메시지 사이즈를 기록한다.

셋째, NVIB필드에 차량의 요청 메시지에 대한 정보를 기록하면, 식 3을 이용하여 메시지에 대한 우선순위를 산출하고, 그 결과를 Priority Value필드에 기록한다.

$$Priority\ Value_i = RM_{size} \times (End\ Time - Start\ Time) - \alpha_i - \beta_i \quad (3)$$

이때, α_i 는 긴급 메시지에 대한 정보를 기록하는 RSU의 EC필드에 값에 따라 결정되는 우선순위 값을 의미하고, β_i 는 차량이 아닌 이웃 RSU로부터 처리되지 못하고 전달받아 긴급하게 처리되어야 하는 메시지의 경우 우선순위 값을 부여하는 Transfer Y/N필드 값이다.

넷째, Priority Value필드의 값이 낮을 수록 높은 우선순위를 가지며, 우선순위가 높은 요청 메시

지부터 순서대로 처리하여 처리가능 시간 내에 RSU가 최대한 많은 메시지에 대한 요청을 처리할 수 있도록 지원한다.

다섯째, 만약, 메시지의 End Time까지 처리되지 못한 메시지는 차량의 방향 정보와 동일한 이웃 RSU에게 전달되며, 이때 전달되는 요청 메시지의 Transfer Y/N필드의 값은 메시지의 Priority Value에 따라 우선순위에 반영될 수 있도록 높은 값을 기록하여 전달한다.

4. 성능분석

본 논문에서 제안하는 RRPS의 성능분석을 위하여 NS2와 MATLAB을 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 실험은 총 6회 실행되었으며, NS2 환경에서 노드는 차량을 의미하는 이동성 노드와 RSU를 의미하는 고정노드로 구분하여 배치하였다. 고정 노드는 3개이며, 이동 노드는 1차 실험의 경우 10개를 배치하여 이동성을 주었으며, 20초 간격으로 10개씩 추가하여 최종적으로 60개가 배치되도록 설정되었다. 각 이동노드가 고정노드에게 전송하는 메시지의 크기는 500Byte이고, 메시지 생성 간격은 0.5초 간격을 가지며, 총 120초동안 실험이 진행되었다. 총 6회 실험동안, 기존의 RSU 데이터 처리 방식과 본 논문에서 제안한 RRPS를 적용한 RSU의 데이터 처리율을 비교하였으며, 실험 결과는 그림 3과 같다.

실험 결과, 기존 RSU 데이터 처리 방식을 이용하였을 때, 1st 실험에서 차량들이 총 85,884개의 메시지를 전송하였고, RSU는 27,801개의 메시지를 처리하여 32%의 처리율을 갖는다. 반면, RRPS 알고리즘을 적용한 RSU의 경우, 차량들이 총 81,657개의 메시지를 전송하였고, RSU는 30,828개의 메시지를 처리하여 38%의 처리율을 나타내었다.

2nd 실험에서 기존 방식을 사용하는 경우, 차량들이 총 140,197개의 메시지를 전송하였고, RSU는 35,979개의 메시지를 처리하여 26%의 처리율을 갖는다. 반면, RRPS 알고리즘을 적용한 RSU의 경우, 차량들이 총 185,647개의 메시지를 전송하였고,

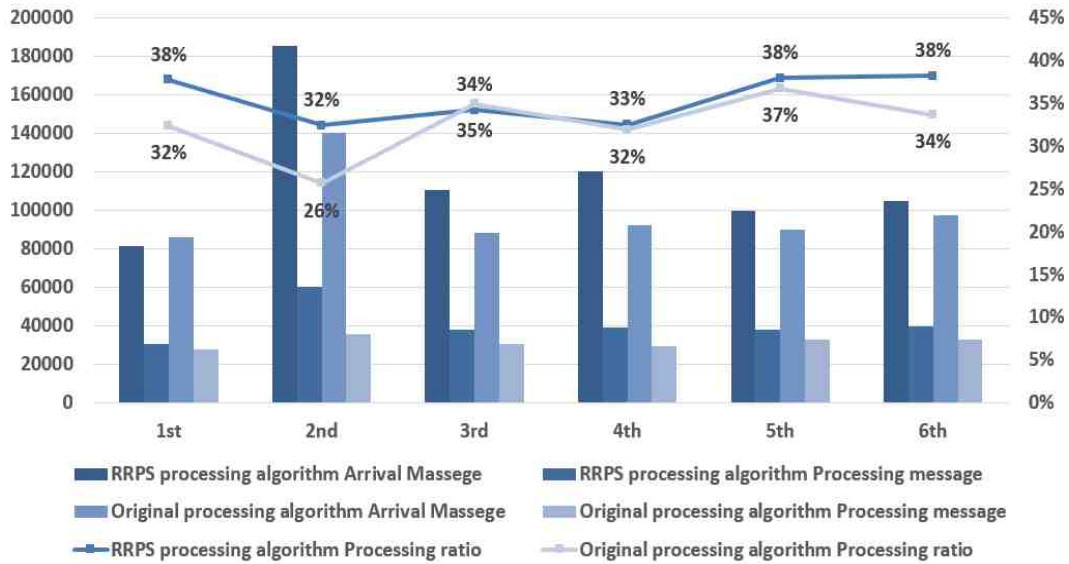


그림 3. 시뮬레이션 결과 그래프
Fig. 3. Simulation result graph

RSU는 60,168개의 메시지를 처리하여 32%의 처리율을 나타내었다.

3rd 실험에서 기존 방식을 사용하는 경우, 차량들이 총 88,203개의 메시지를 전송하였고, RSU는 30,814개의 메시지를 처리하여 35%의 처리율을 갖는다. 반면, RRPS 알고리즘을 적용한 RSU의 경우, 차량들이 총 110,857개의 메시지를 전송하였고, RSU는 37,922개의 메시지를 처리하여 34%의 처리율을 나타내었다.

4th 실험에서 기존 방식을 사용하는 경우, 차량들이 총 92,467개의 메시지를 전송하였고, RSU는 29,546개의 메시지를 처리하여 32%의 처리율을 갖는다. 반면, RRPS 알고리즘을 적용한 RSU의 경우, 차량들이 총 120,113개의 메시지를 전송하였고, RSU는 39,074개의 메시지를 처리하여 33%의 처리율을 나타내었다.

5th 실험에서 기존 방식을 사용하는 경우, 차량들이 총 90,118개의 메시지를 전송하였고, RSU는 33,107개의 메시지를 처리하여 37%의 처리율을 갖는다. 반면, RRPS 알고리즘을 적용한 RSU의 경우, 차량들이 총 99,804개의 메시지를 전송하였고, RSU는 37,899개의 메시지를 처리하여 38%의 처리

율을 나타내었다.

6th 실험에서 기존 방식을 사용하는 경우, 차량들이 총 97,654개의 메시지를 전송하였고, RSU는 32,876개의 메시지를 처리하여 34%의 처리율을 갖는다. 반면, RRPS 알고리즘을 적용한 RSU의 경우, 차량들이 총 104,687개의 메시지를 전송하였고, RSU는 40,014개의 메시지를 처리하여 38%의 처리율을 나타내었다.

결과적으로, 제안하는 RRPS 알고리즘을 적용한 결과가 기존의 RSU의 요청 메시지 처리 방식과 비교하였을 때, 약 2%가량 처리율이 증가한 것을 알 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 차량과 RSU간 V2I의 통신 효율을 향상시키고 통신 단절을 예방을 지원하는 RRPS(RSU Request Priority Scheduling)알고리즘을 제안하였다. 제안하는 알고리즘의 효과는 다음과 같다.

첫째, 차량 요청 메시지의 우선순위를 산출하여 응답 대기 시간을 평균화 할 수 있다. 둘째, 차량

이 RSU의 관리 영역 내에 존재할 때 요청한 정보 데이터를 수신할 수 있다. 셋째, 과부화와 같은 예외상황이 발생하여 처리하지 못한 데이터에 더 높은 우선순위를 부여하여 요청 데이터가 처리되지 못하고, 통신 효율을 떨어트리는 현상을 예방할 수 있다.

REFERENCES

[1] Calandriello, G., Papadimitratos, P., Hubaux, J. P., & Lioy, A. (2007, September). Efficient and robust pseudonymous authentication in VANET. In Proceedings of the fourth ACM international workshop on Vehicular ad hoc networks (pp. 19-28). ACM.

[2] Sampigethaya, K., Huang, L., Li, M., Poovendran, R., Matsuura, K., & Sezaki, K. (2005). CARAVAN: Providing location privacy for VANET. WASHINGTON UNIV SEATTLE DEPT OF ELECTRICAL ENGINEERING.

[3] Nzouonta, J., Rajgure, N., Wang, G., & Borcea, C. (2009). VANET routing on city roads using real-time vehicular traffic information. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 58(7), 3609-3626.

[4] Tonguz, O., Wisitpongphan, N., Bait, F., Mudaliget, P., & Sadekart, V. (2007, May). Broadcasting in VANET. In 2007 mobile networking for vehicular environments (pp. 7-12). IEEE.

[5] Sampigethaya, K., Li, M., Huang, L., & Poovendran, R. (2007). AMOEBA: Robust location privacy scheme for VANET. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 25(8), 1569-1589.

[6] Lu, R., Lin, X., Zhu, H., & Shen, X. (2009, April). SPARK: a new

VANET-based smart parking scheme for large parking lots. In INFOCOM 2009, IEEE(pp. 1413-1421). IEEE.

[7] Rawat, D. B., Popescu, D. C., Yan, G., & Olariu, S. (2011). Enhancing VANET performance by joint adaptation of transmission power and contention window size. IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, 22(9), 1528-1535.

[8] J.J. Blum, A. Eskandarian, L.J. Hoffman, Challenges of inter vehicle ad hoc networks. Intelligent IEEE Transactions on Transportation Systems, 5(4) (2004), 347-351.

저자약력

박 석 규(Seokgyu Park)

[정회원]



<관심분야>

- 2005년 : 경상대학교 컴퓨터과 학과 (공학박사)
- 2001년 ~ 현재 : 강원도립대학교 교수

소프트웨어 신뢰성, 시스템분석, 멀티미디어, 인터넷윤리

안 회 학(Heui Hak Ahn)

[정회원]



<관심분야>

- 1984년 4월~현재 가톨릭관동대학교 컴퓨터공학과 교수
- 1981년 2월 숭실대학교 전자계산학과(공학사)
- 1983년 2월 숭실대학교 전자계산학과(공학석사)
- 1994년 8월 숭실대학교 전자계산학과(공학박사)

시스템소프트웨어, 컴퓨터통신, 컴퓨터보안, 프로그래밍언어, 오토마타

정 이 나(Yi-Na Jeong)

[정회원]



- 2011년 2월 : 가톨릭관동대학교 컴퓨터학과(공학사)
- 2012년 8월 : 가톨릭관동대학교 대학원 컴퓨터학과 수료(석사)
- 2014년 2월 : 가톨릭관동대학교 대학원 컴퓨터학과 수료(박사)

<관심분야>

센서 네트워크, IoT, 무선통신, 빅데이터, etc.