

논문 2013-50-1-23

STPC 알고리즘을 이용한 VANET을 위한 전송파워 제어기법

(Transmission Power Control Scheme for VANET using STPC Algorithm)

임 영 규*, 김 동 성**, 이 응 수***

(Young-Gyu Lim, Dong-Seoung Kim, and Eung-Soo Kim)

요 약

본 논문은 차량 네트워크망의 성능개선을 위하여 교통류 모델을 이용한 STPC 알고리즘이 적용된 전송파워 제어기법을 제안한다. 교통량 혼잡 상태에서 차량 간의 전송파워는 메시지 충돌 확률을 증가시키며, 이는 차량 네트워크망의 성능저하 문제의 원인이 된다. 이를 해결하기 위하여, 제안된 전송파워 제어기법의 효용성을 증명하기 위하여 네트워크 모의실험 도구인 OPNet 모델러에서 원홉 지연, 패킷전송성공 확률 및 처리율을 분석하였다. 모의실험 결과를 살펴보면, 제안된 기법은 기존의 고정 전송파워를 적용한 기법보다 우수한 지연감소 효과를 보였고, 차량의 밀도가 높을 때 패킷전송 성공확률과 처리율은 향상되었다.

Abstract

In this paper, we propose a transmission power control scheme for performance improvement of VANET using STPC algorithm considering traffic-flow model. In traffic congestion, a transmission power between car and car increases the collision probability of control messages, which causes the problems to decrease the performance of VANET. The proposed scheme is evaluated by OPNet modeler 16.0 for analyzing its performance and effectiveness in terms of end-to-end delays in hops, packet success probability, and throughput. The simulation result show that the proposed scheme reduces a delay in hops and increases high packet transmission success ratio. Furthermore, a throughput under high density traffic is improved effectively.

Keywords : 교통류 모델, VANET, STPC 알고리즘, 그린필드 모델, 전송파워 제어

I. 서 론

차량 네트워크망 Vehicular Ad hoc Network (VANET)^[1]이 최근 주목 받고 있는 반면, 기존의 Mobile Ad hoc Network(MANET)^[2]과 달리 주변 환경의 영향으로 빈번하게 네트워크 토폴로지가 변하는

단점이 있다. 그리고 차량의 고속 이동으로 인한 잦은 네트워크 단절 발생으로 네트워크에 부하를 발생시키는 원인이 된다.

교통류란 차량의 흐름을 물의 흐름에 비유하여 수학적 기법을 적용하여 해석하는 기법으로 한 방향으로 진행되는 연속적인 차량의 흐름이 갖는 특징을 파악하는 것이 주목적이다. 교통류는 교통흐름을 통제하는 외부 영향의 유무에 따라 구분하면 연속류와 단속류 모델이 있다.

단속류 모델은 차량 네트워크망에서 차량 밀도는 고속도로와 같은 연속류 모델과 도심지역의 교통의 흐름, 즉 신호대기, 교통혼잡, 차선변경, 교차로 진입과 같은 다양한 외부 요인에 의한 정지, 서행 및 급 감속을 하는

* 학생회원, ** 정회원, 금오공과대학교 IT융복합공학과 (Department of IT Convergence, Kumoh National Institute of Technology)

*** 정회원, 평화발레오 (PHC Valeo)

※ 본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역 혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임 (2012-03-A-01-015-12-010100)

접수일자: 2012년7월25일, 수정완료일: 2012년12월27일

모델이다. 단속류 모델은 외부 요인에 따라 차량의 속도가 변하고 교차로 근처나 차량의 정체를 통한 차량의 밀집으로 인하여 차량 네트워크망의 성능을 저하시키는 원인이 된다.

연속류 모델은 고속도로와 같이 교통의 흐름을 주기적으로 중단하거나 서행하게 하는 교통 통제시설이 없는 연속된 교통의 흐름을 말한다. 이러한 흐름에서는 고속도로 분기점 차량 유입구간 및 차선의 감소구간, 사고에 의한 교통흐름 차단 등과 같은 병목현상에 의하여 지체가 발생한다. 이러한 상황들 역시 차량 네트워크망의 성능을 저하시키는 원인이 된다.

교통류 모델의 문제점들을 해결하기 위한 기존의 연구들은 차량의 연속류 모델 상황들을 가정하여 긴급 메시지를 전송하는 연구들^[3~4]과 메시지 전송 간격 및 범위 제어와 주위 차량들의 이웃 노드 정보를 이용하는 기법을 적용한 연구들이 있다^[5~6].

메시지 전송간격을 제어하는 기법은 네트워크 성능을 향상시키기 위한 일련의 복잡한 알고리즘을 요구한다^[7]. 이웃 노드의 정보를 이용하는 기법은 이웃 노드 테이블을 구성하기 위한 지연발생으로 네트워크에 부하가 발생한다.

차량 네트워크망의 성능은 실제 차량의 흐름에 많은 영향을 받는다. 다양한 교통 정보들이 포함된 정확한 교통 흐름에 대한 예측 모델을 위한 많은 연구들이 진행되었다^[8~9]. 연속류 모델에서 교통 흐름이 원활할 때, 일정한 속도 및 차간 거리를 유지한다는 연구가 진행되었고^[10] 외부의 영향이 없는 경우, 차량들은 일정한 군집성을 나타낸다는 연구도 소개되었다^[11]. 기존 연구들의 결과를 통하여 교통류의 특징을 파악할 수 있고, 교통류 분석에 필요한 정보들을 알 수 있다.

본 논문에서는 기존 연구들의 문제점들을 해결하기 위하여 속도-밀도 기반의 전송파워 제어기법인 Speed based on Transmission Power Control (STPC) 알고리즘이 적용된 그린필드 모델을 이용하고 OPNet 모델러를 통하여 모의실험을 수행하였다.

본 논문의 구성은 I 장 서론에 이어 II 장에서는 충돌 회피 기법을 소개한다. III 장에서는 단속류 모델에서 STPC 알고리즘 적용한 전송파워 제어에 관한 모의실험에 대하여 논한다. IV 장은 모의실험을 통하여 제안된 STPC 알고리즘을 적용한 결과를 통하여 성능을 평가하고, V 장에서는 결론 및 향후 연구에 대해 논의한다.

II. 패킷 충돌 회피 기법

차량 간 통신에서는 에드혹 브로드 캐스트를 기반으로 하여 자동차의 상태정보를 주기적으로 전송하는 기법과 위험이나 사고 등의 정보를 전송해주는 이벤트 기법을 사용한다. 이 메시지는 컨트롤 채널을 이용하며 VANET의 채널 구성은 컨트롤 채널이 한 개로 구성되어 있다. 이러한 특징은 여러 차량이 하나의 채널을 동시에 접근하려고 하거나 이미 점유된 채널에 대한 접근을 시도하려는 경우 패킷 손실이 일어난다.

VANET에서 패킷 충돌을 줄이기 위한 기법으로는 전송 간격을 조절하여 충돌을 회피하는 기법과 전송범위를 정하는 전송파워를 제어하여 원홑 내에 존재할 수 있는 차량의 밀도를 제어하는 연구들이 진행되었다^[5, 12].

Power Control with Blacklisting (PCBL) 알고리즘은 각 파워 레벨에 따른 수신 측의 패킷 수신율을 통해 파워를 조절하는 기법을 사용한다. Local Mean Algorithm (LMA)^[6] 기법은 동작확인 메시지의 브로드 캐스트 전달과 동작확인응답 메시지 수신을 이용하여 전송파워를 제어하는 기법을 사용한다.

에드혹 네트워크에서 라우팅에 파워 컨트롤 기법을 적용한 Common Power (COMPOW) 알고리즘은 파워 레벨별로 라우팅 테이블을 생성하여 네트워크 연결성을 유지하는 최소한의 파워레벨을 찾아내서 그것을 네트워크에서 사용할 공통 파워로 설정한다^[13].

고정 전송파워 제어기법(Dynamic Transmission Power Control, DTPC)은 수신 받은 신호세기인 Received Signal Strength Indicator (RSSI)를 이용하여 Packet Reception Ratio (PRR) 를 만족하는 값의 임계치 이상을 갖은 노드들만을 이웃 노드로 취급하여 신뢰성 있는 링크를 가진 이웃노드를 판별하는 기법을 사용한다^[14].

PCBL, LMA, COMPOW 및 DTPC 과 같은 기존 연구들은 개방루프 기법에 비하여 민첩성이 결여되고 유동성이 심한 VANET 환경에서 실시간 처리의 성능이 저하되는 원인을 제공한다.

III. 속도-밀도 기반의 전송파워 제어기법

1. 교통류 모델

본 논문에서는 단속류 모델을 바탕으로 산정된 속도

와 밀도 자료를 중심으로 속도-밀도 예측모델을 구축하였으며, 그린섨드 모델을 적용하였다. 그린섨드 모델을 기반으로 모든 차량이 이 모델의 속도-밀도 관계를 따른다고 가정하였다.

본 연구는 단속류 모델에서 속도 밀도 상관관계 즉, 모델의 기본형태가 변화되는 구간을 파악하기 위하여 직선 모델로 분석하였다. 실제 교통류를 식 (1)을 이용하여 그린섨드 모델로 분석한 결과 최적값은 -1.513 이다^[15].

식 (1)을 이용한 속도-밀도 곡선을 그림 1에 나타내었다. 정지상태일 때, 밀도는 70 veh/km 이며, 이 값은 각 차량의 평균 차두거리가 15 m 임을 나타낸다. 속도 30 km/h 시, 밀도는 50 veh/km 이고, 평균 차두거리는 19.6 m 이다. 80 km/h 시, 평균 차두 거리는 58.2 m 인 것을 확인할 수 있다. 이 결과분석을 통하여 속도와 밀도는 반비례 관계가 성립함을 알 수 있다.

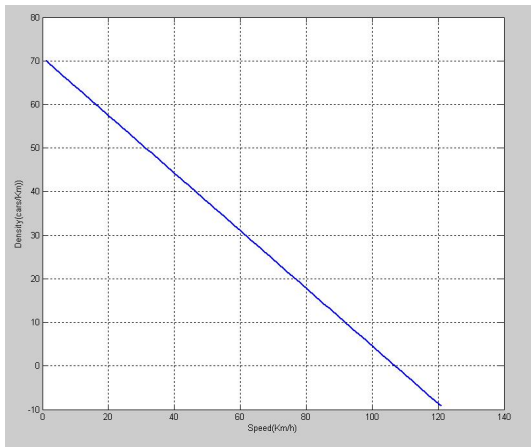


그림 1. 그린섨드 모델을 이용한 속도-밀도 곡선
Fig. 1. Speed-Density Curve of Green shield Model.

$$U = U_f - \left(\frac{U_f}{K_j}\right)K_d \quad (1)$$

U : 속도, K_d : 밀도 $= a + bx$
 U_f : 속도계수 (veh/km)
 K_j : 밀도계수 (veh·h/km²)

2. 전송파워 제어기법

그린섨드 모델을 분석한 결과를 이용하여, 교통류 변수인 속도를 기반으로 평균 차량 간 차두거리를 알 수 있다. 차량 자신의 속도는 차량 내에서 얻을 수 있고 이 속도를 이용하면 VANET에서 이웃노드의 네트워크 정

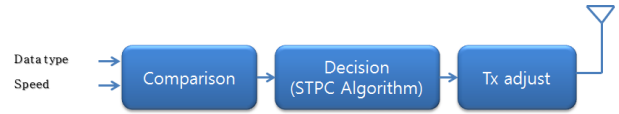


그림 2. 전송파워 제어기법의 시스템 모델
Fig. 2. System model of STPC method.

표 1. 전송파워 제어기법의 시스템 모델 입,출력 및 시스템 변수

Table 1. Input, output and state variable of STPC method.

목록	내용
시스템 입력	데이터 타입 (AC_VO, AC_VI AC_BE, AC_BK), 현재 속도(Speed)
시스템 출력	전송파워(TxPower)
시스템 상태 변수	Tx_Mode

보를 이용하는 기법보다 빠르고 유연하게 전송파워 전력을 제어할 수 있다.

그림 2는 제안하는 전송파워 제어기법의 시스템 모델로써 차량의 속도와 각 데이터 타입의 해당 데이터를 받는다. 그리고 차량의 속도와 이웃 노드 차량 간의 속도를 비교한 다음 STPC 알고리즘을 적용하여 전송파워를 제어하는 과정을 나타내었다.

차량 이동성이 큰 환경에서 차량의 속도를 가지고 전송파워를 빠르게 제어하여 원홉 내의 차량밀도를 일정하게 유지할 수 있다. 그래서 다른 차량들 간의 패킷 충돌 확률을 감소시킬 수 있어 시스템 처리율을 증가시킬 수 있다.

시스템의 입, 출력 및 시스템 상태 내 변수는 표 1과 같이 정의하였다. 시스템 입력은 Enhanced Distributed Channel Access (EDCA)와 속도계로부터 각각 송신 정보의 데이터 타입과 현재 속도를 수신한다. 현재 속도 값으로 차량밀도를 예측하고 STPC 알고리즘을 적용하여 시스템 모델의 출력인 전송파워를 제어한다.

모의실험을 위한 시스템 모델의 가정은 다음과 같다.

- 모든 차량군은 그린섨드 모델의 속도-밀도 특성을 따른다.
- 차량들은 멀리 있는 차량과의 통신보다 근접해 있는 주변 차량과의 정보전달이 우선시된다.
- 속도 정보는 차체에서 바로 전송 수신할 수 있다.

- 데이터 타입은 EDCA 구조에 의해 확인 가능하다.
- 전송파워 제어 주기는 인터럽트 형식으로 속도 증가에 따른 Tx_Mode에 상태가 변할 때 이벤트 식으로 수행한다.

전송파워 제어는 차량 속도 데이터에 따른 TX_Mode 값의 변화에 따라 인터럽트 처리를 하였다. 최소 전송파워 모드 값은 정지상태일 때 10 dBm, 속도가 1~40 km/h 때는 17 dBm, 41~70 km/h 때는 23 dBm, 71~90 km/h 때는 28 dBm, 91~120 km/h 때는 30 dBm, 120 km/h 이상은 33 dBm 로 모두 6 단계로 설정하였다.

모의실험에서는 자신의 차량에서 받은 속도를 이용하고 Tx_Mode 변수를 설정하여 전송파워를 제어하였다. STPC 알고리즘은 송신전력을 제어함으로써 생기는 긴급데이터의 송신 불가능 영역이 생기는 문제점이 발생할 수 있다.

제안된 알고리즘은 EDCA로부터 받은 데이터 타입을 판단하여 긴급 데이터일 때는 송신전력을 최대로 하고 일반적인 데이터일 때는 속도 정보에 의해 설정된 TX_Mode 변수 값에 의해 송신파워를 설정하게 하였다. 그림 3은 STPC 알고리즘 순서도를 나타내었다.

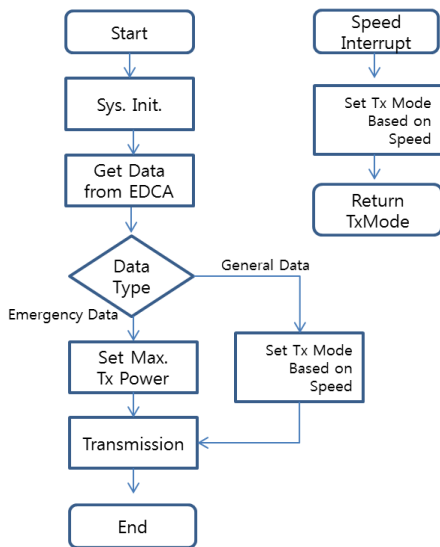


그림 3. STPC 알고리즘 순서도
Fig. 3. Flowchart of STPC algorithm.

3. 경로 손실모델

네트워크 무선 환경에서 교통류 모델을 적용하기 위

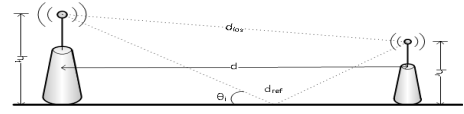


그림 4. 지상 반사효과에 의한 수신부에서의 전파간섭
Fig. 4. Reflection interference of receiver in ground reflection effect.

한 조건으로, 외부 외란을 고려한 다중 경로 손실 모델이 필요하다. 반사, 산란 등의 물리적 특징이 존재하는 상황에서 다중 경로를 통해 수신된 신호는 페이딩 특성을 가진다. 경로손실 상의 페이딩이나 확률적 감쇠효과는 일반적으로 독립적 손실 과정의 Lf의 합으로 계산한다^[16].

그림 4는 지상 반사효과에 의한 수신부에서의 전파간섭을 나타내었다. 송신기와 수신기 사이의 공간이 자유공간이라 가정하면 거리 d, 파장의 길이 λ에 대한 경로 손실은 식 (2)와 같다^[17].

그러나 자유공간 경로 손실 모델을 실제상황에 대입하려면 많은 외부적 요인에 의해서 특성이 달라진다. 외부 요인을 반영한 경로 손실모델은 복잡한 연산을 필요로 한다. Rappaport는 전파와 반사전파사 이의 간섭의 계산을 두 신호 지면 손실모델을 이용하여 연산 과정을 단순화하였다^[18].

경로 손실지수와 Log-normal 분포를 갖는 두 신호 지면 손실모델은 식 (2)와 같다^[19]. 상용 네트워크 모의 실험 도구 (OPNet, NS2, NS3 등)은 기본적으로 자유공간 경로 손실모델만을 사용하고 있다. 본 논문에서는 자유 공간 경로 손실모델과 두 신호 지면 손실 모델을 임계거리 dc를 임계점으로 식 (2)와 식 (3)을 이용하여 식 (4)와 같이 나타내었다.

$$L_f[dB] = 10\log_{10}\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2$$

$L_f =$ 자유공간기본전파손실

$$L_{trg}[dB] = 10\log_{10}\left(\frac{d^2}{h_t h_r}\right)^2$$

$L_{trg} =$ 자유공간/두신호지면손실

$$L_{f/trg}[dB] = \begin{cases} L_f[dB] & \text{if } d \leq d_c \\ L_{trg}[dB] & \text{if } d > d_c \end{cases}$$

$$d_c = 4\pi \frac{h_t h_r}{\lambda} \quad (5)$$

$$P_r = P_t - L_f / L_{trg} \quad (6)$$

그림 5는 식 (6)을 이용한 자유공간/두 신호 지면 손실 모델에서의 RSSI당 전송 범위를 나타내었다.

일반적으로 송수신 안테나는 차량 상부에 설치되며, 그 높이는 $h_t = h_r = 1.5 \text{ m}$ 로 설정하였다. IEEE 802.11p는 5.9 GHz 대역의 주파수를 사용하므로 λ 는 0.051 이다. 임계 거리 (d_c)는 식 (5)를 이용하여 계산하면 554.1 m 이다.

본 논문에서는 전송범위가 554 m 이하 일 때는 자유공간 손실모델을 사용하고 554 m 이상 일 때는 두 신호

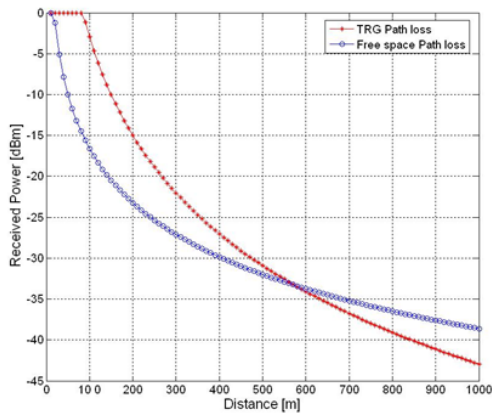


그림 5. 자유 공간 / 두 신호 지면 손실 모델에서의 RSSI당 전송 범위

Fig. 5. RSSI per transmission range with Free space/Two-Ray ground path loss model.

표 2. 차량 속도 당 전송파워설정 값 및 최대전송거리

Table 2. Vehicle speed per Transmission power value and maxium transmission range.

속도 (km/h)	차두거리 (m)	최대전송거리 (m)	Tx Power (mW)
0	5	25	10 (10dBm)
1~40	20	50	50 (17dBm)
41~70	40	150	200 (23dBm)
71~90	95	280	630 (28dBm)
91~120	120	500	1 (30dBm)
120 이상	150 이상	1000	2 (33dBm)

호 지면 손실모델을 사용하였다. 표 2에는 그림 5 에서 얻은 결과로 부터 모의실험에서 사용한 전송파워 값, 최대 전송거리를 나타내었다.

IV. 모의실험 및 결과

1. 모의실험

본 논문에서는 제안된 STPC 알고리즘의 성능분석을 위하여, 단속류 모델의 왕복 4차선 환경 상황을 OPNet 모델러를 통하여 모의실험을 수행하고 성능평가를 하였다. 그림 6은 OPNet 모델러를 이용한 STPC 모의실험 환경을 나타내었다. 신호등과 차량 사고와 같은 외부 요인으로 인하여 전체 차량 군이 정지상태일 때와, 차량군의 속도를 일정하게 증가 시키는 경우의 모의실험을 수행하였다.

- 든 차량들은 하나의 채널(5.9 GHz, Ch 174)만을 사용하고 6 Mbps 의 데이터 전송률과 패킷 생성률은 초당 10회, 변조 기법은 QPSK를 사용하였다.

메시지 전송기법은 가정 설정에 근거하여 브로드캐스트를 사용하였다. 성능분석을 위한 모의실험 변수는 표 3와 같이 설정하였다. EDCA을 이용하므로 데이터 타입의 우선순위에 따라 AC_VO가 긴급 데이터를, AC_VI, AC_BK, AC_BE는 일반 데이터를 의미한다. 모의실험에서 차량의 길이는 5 m로 정하고, IEEE 802.11p의 안테나의 설치 높이는 1.5 m, 차선평폭은 3 m로 설정하였다. 패킷 크기는 2048 바이트로 설정하였다. 전송파워는 표 2와 같이 속도에 따라 10, 17, 23, 28, 30, 33 dBm로 가변하였다.

그림 7은 긴급 데이터, 일반 데이터 지원, 각 전송파워 당 패킷 전송 성공 확률을 계산하기 위하여 OPNet 모델러의 무선랜 HDF 프로세싱 모델을 보여준다. 본 논문에서는 하나의 패킷이 성공적으로 전송되기까지 계

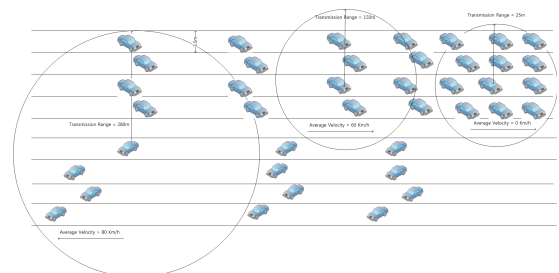


그림 6. OPNet 모델러를 이용한 STPC 모의실험
Fig. 6. Simulation of STPC using OPNet modeler.

표 3. 모의실험 변수
Table 3. Main parameter of Simulation.

분류	항목	값
PHY	Channel frequency	5.9 GHz
	Channel bandwidth	10 MHz
	Data rate	6 Mbps
	Modulation	QPSK
	Sensitivity of receiver	-80 dBm
MAC	Transmission power	10 dBm, 15 dBm, 17 dBm, 23 dBm, 30 dBm, 33 dBm
	QoS support	4 classes of QoS (EDCA extension) AC_VO, AC_VI, AC_BK, AC_BE
Scenario	Length of car	5 m
	Lane width	3 m
	Height of car	1.5 m
	Simulation time	15 minute
	Number of lane	4 * bi direction
Application	Packet size	2048 bytes
	Packet Generation rate	10 packet/s

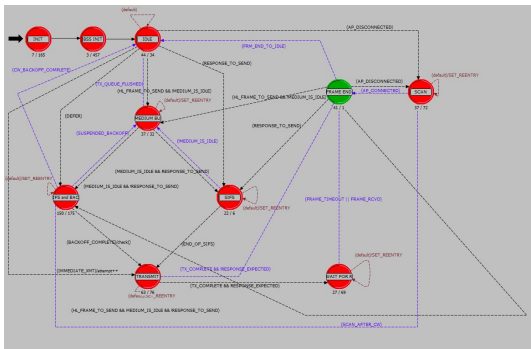


그림 7. OPNet 모델러의 무선 랜 처리 모델
Fig. 7. Process model of wireless LAN on the OPNet modeler.

산된 전체 백오프 절차수와 충돌횟수, 총 발생된 패킷 수를 이용하여 각 구간의 충돌 확률을 계산하였다.

차량의 속도를 20, 40, 60, 80, 100, 120 km/h로 증가시키면서 각각 원홉 지연 및 패킷전송 성공 확률, 처리율을 구하기 위하여 모의실험을 수행하였다.

2. 모의실험 결과

차량이 정지상태에서 120 km/h 까지 20 km/h 씩 증가시키며 측정된 개방루프와 폐루프 제어기법에서의 평균 원홉 지연 시간을 그림 8에 나타내었다. 폐루프와

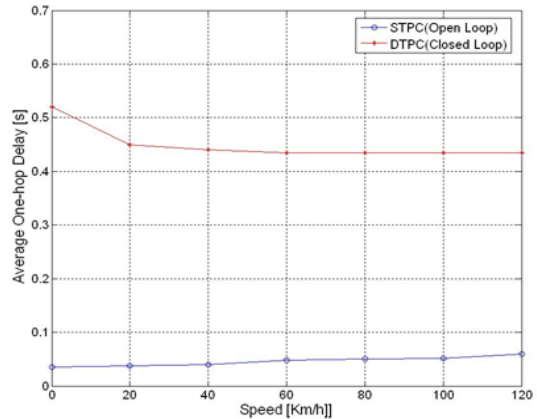


그림 8. 차량 속도 당 평균 원홉 지연
Fig. 8. Vehicle Speed per average One-Hop delay.

개방루프제어기법의 평균 원홉 지연 시간은 모든 속도에 대하여 각각 45, 5 ms로 측정되었다.

제한된 기법인 STPC 알고리즘은 개방루프 제어기법을 사용한다. 이는 기존 연구기법인 DTFC 를 이용한 페루프 제어기법에 비하여 수신노드의 네트워크 정보를 수신 받아 전송파워를 제어하므로 평균 원홉 지연 시간이 매우 짧은 장점이 있다. 모든 속도에 대하여 비슷한 원홉 지연이 측정된 것은 전파의 속도보다 차량의 속도가 상대적으로 적기 때문에 본 실험에서는 비슷한 측정값이 나타난 것으로 추정된다.

개방루프 제어기법은 지연 시간이 짧은 만큼 유동성이 심한 VANET의 특성을 유연하게 대처할 수 있다. 개방루프 제어기법의 또 다른 이점은 전송파워를 제어하기 위하여 차량내의 속도 정보만을 이용하여 주 프로세서에 추가적인 동작을 요구하지 않아 구현 시 원가 절감 및 성능을 향상 시킬 수 있다.

그림 9는 고정된 전송파워와 STPC 알고리즘을 적용했을 때 차량 속도 당 패킷전송 성공 확률을 나타내었다. STPC 알고리즘은 전송파워가 각각 200 mW, 630 mW로 고정 시킨 상태에서 속도가 40 km/h 이상, 90 km/h 이상일 때 패킷 전송확률이 같다는 것을 그래프를 통해 알 수 있다.

STPC 알고리즘 적용기법과 전송파워를 고정시킨 기법이 같은 패킷 전송 성공 확률을 보이는 지점들은 해당 속도에서 같은 전송범위 값을 가지게 됨으로써 나타난 현상이다.

그림 9의 결과를 통하여 제안하는 STPC 알고리즘은 차량의 속도가 낮은 상황 즉, 차량의 밀도가 높을수록

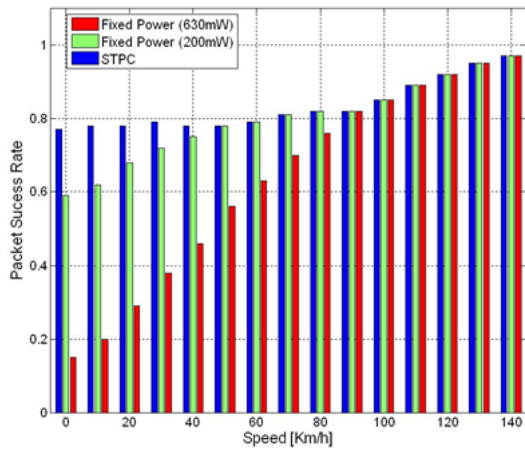


그림 9. 차량 속도 당 패킷전송 성공 확률
Fig. 9. Vehicle speed per packet transmission success probability

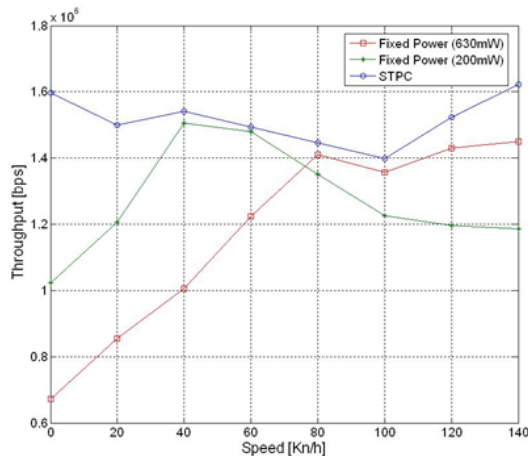


그림 10. 차량 속도 당 처리율
Fig. 10. Vehicle speed per throughput.

전송파워가 고정된 기법보다 많게는 4배 이상의 패킷 전송 성공 확률을 보였다. 차량 서행 시 및 다양한 외부 원인으로 인한 차량의 정지상태일 때 또는 급 감속의 경우에도 원활한 네트워크 성능을 제공하였다.

그림 10은 정지상태에서 140 km/h 까지 증가시키며 얻어낸 처리율을 나타낸 결과이다. 전송파워를 200 mW로 고정시켰을 시 정지상태 일 때 1 Mbps의 처리율을 보였으며 40 km/h일 때 1.6 Mbps 까지 상승하였고 그 이상의 속도에 대해서는 멀어진 차량 간격에 의해 전송범위의 제한으로 처리율이 낮아짐을 볼 수 있다. 전송파워를 630 mW로 고정시켰을 시 정지상태 일 때 0.7 Mbps, 속도가 증가함에 따라 처리율이 1.6 Mbps 까지 상승함을 볼 수 있다. 속도 증가로 인하여 처리율이 200 mW와 같이 다시 감소하지 않는 이유는

전송거리 반경의 제약이 120 km/h 일 때도 충분히 처리 가능하기 때문이다.

제안된 STPC 알고리즘은 정지상태에서 140 km/h 까지 증가시켜도 처리율의 변화가 거의 없는 것인데 따른 전송반경이 변화되었다는 것을 의미한다. 처리율이 조금씩 감소하다가 100 km/h 이상에서 다시 증가하는 것은 추종차량이 선행 차량의 움직임에 영향을 받지 않는다는 것을 의미한다.

V. 결 론

본 논문은 교통류 모델을 이용한 속도기반의 전송파워 제어기법을 제안하였다. 단속류 모델에 그린필드 모델을 적용하고 차량의 속도정보를 이용하여 차량 밀도를 예측 후, 전송파워를 제어하는 기법을 사용하였다.

제안하는 기법은 원홉 내의 차량 밀도를 일정하게 유지시켜 브로드 캐스트 메시지가 많은 VANET 환경에 적합한 전송파워를 제어하는 것이다. 송신 차량의 속도를 이용하여 전송파워를 제어함으로써 유동성이 심한 차량 네트워크망에서 민첩한 제어가 가능하고, 차량 내의 주 프로세서에 부담을 주지 않아 성능을 향상시킬 수 있다.

본 논문에서는 제안된 기법의 효용성을 증명하기 위해 OPNet 모델러를 통하여 모의실험을 하였다. 제안된 기법은 개방루프 제어기법으로서 기존 연구의 폐루프 제어기법에 비하여 10%의 지연인 40 ms의 원홉 지연을 보여 빠른 제어가 가능함을 보였다. 속도에 따른 전송파워 제어로 차량 속도의 증가 및 감소 상황에서도 일정한 패킷 전송율과 처리율을 제공하는 것을 모의실험을 통하여 증명하였다.

차량 밀도 증가 시 기존의 고정기법에 비하여 4배 높은 패킷 전송 성공 확률을 제공하였다. 또한 2배 정도의 높은 처리율을 제공하는 것을 모의실험을 통하여 확인하였다. 차량의 고속 운행과 차량 밀도가 높아진 경우에 대한 패킷 전송 확률에 관한 연구는 향후 과제로 남는다.

참 고 문 헌

- [1] Wireless Lan Medium Access Control(MAC) and Physical layer(PHY) specification: Wireless

- Access in Vehicular Environment(WAVE), IEEE 802.11p/D3.04, Mar. 2008.
- [2] 배서연, 김낙명, “VANET 환경에서 실시간 데이터 포워딩 진작을 위한 적응형 인센티브/토폴로지 제어 기법”, 대한전자공학회, 제48권 TC편 제7호, pp. 1-8, 2011. 7.
- [3] 유석대, 조기환, “긴급 메시지를 이용한 차량안전 통신”, 대한전자공학회, 텔레콤, 제22권 제2호 (통권 제44호), pp. 63-70, 2006. 12.
- [4] Chung-Ping Young, Bao Rong Chang, Jian-Jr Lin, Ren-Yang Fang, “Cooperative Collision Warning Based Highway Vehicle Accident Reconstruction,” ISDA, pp. 561-565 Nov. 2008, Kaohsiung, Taipei.
- [5] D. Son, B. Krishnamachari and J. Heidemann, “Experimental study of the effects of Transmission Power Control and Blacklisting in Wireless Sensor Networks,” IEEE Sensor and Ad Hoc Communications and Networks, pp. 289-298, Oct. 2004, CA, USA.
- [6] M. Kubisch, H. Karl, A. Wolisz, L. C. Zhong, and J. Rabaey, “Distributed algorithms for Transmission Power Control in Wireless Sensor Networks,” WCNC, pp. 558-563, Mar. 2003, LA, USA.
- [7] M. Torrent-Moreno, P. Santi, H. Hartenstein, “Distributed Fair Transmit Power Adjustment for Vehicular Ad Hoc Networks,” IEEE Sensor and Ad Hoc Communications and Networks, pp. 479-488, Sept. 2006, Virginia, USA.
- [8] 조혜림, 김영찬, “연속류 가변속도제어 분석 및 모델 개발”, 대한토목학회논문집, 제 58권, 제 9호, pp. 45-52, 2010. 9.
- [9] 우리나라, 한동석, “IEEE 802.11p MAC 프로토콜에서 차량밀도에 따른 적응전송기법”, 대한전자공학회, 전자공학회논문지-TC, 제49권 TC편 제4호, pp. 53-59, 2012. 4.
- [10] 임성만, 정종석, 이용재, “연속교통류 해석을 위한 시뮬레이션 모델의 개발에 관한 연구”, 대한토목학회 학술발표회 논문집, 제 1권, pp. 33-36, 1996. 11.
- [11] 이준, 정진혁, “고속도로 교통류의 차량군집현상에 관한 연구(차량군집화 발생모델)”, 대한교통학회지, 제25권, 제2호, 2007. 4.
- [12] H. Menouar, F. Filali, M. Lenardi, “A survey and qualitative analysis of MAC protocols for vehicular Ad hoc networks”, IEEE wireless communications, vol. 13, no. 5, pp. 33-35, Oct. 2006.
- [13] S. Narayanaswamy, V. Kawadia, R. S. Sreenivas and P. R. Kumar, “Power Control in Ad Hoc Networks : Theory, Architecture, Algorithm, and Implementation of the COMPOW Protocol,” European Wireless Conference, pp. 156-162, Feb. 2002.
- [14] J. Jeong, D. Cullar and J.H. Oh, “Empirical Analysis of Transmission Power Control Algorithms for Wireless Sensor Networks,” INSS'07, pp.27-34, June 2007.
- [15] 김태곤, 신광식, 김승길, 김정서, “도시고속도로의 집입건결로 접속부내 선형의 밀도예측모델 구축에 관한 연구”, 대한토목학회논문지, 제 26권, 제 1D호, 2006. 1.
- [16] S. Ahmed, G. C. Karmakar, and J. Kamruzzaman. “An Environment-Aware Mobility Model for Wireless Ad Hoc Network.” Elsevier Computer Networks, vol. 54, no. 9, pp. 1470-1489, May 2010.
- [17] R. Nagel and S. Eichler, “Efficient and Realistic Mobility and Channel Modeling for VANET Scenarios Using OMNeT++ and INET-Framework,” In ACM/ICST SIMUTools, pp. 1-8, Marseille, France, Mar. 2008.
- [18] T. S. Rappaport, “Wireless Communications: Principles and Practice.” Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, New Jersey, 2 edition, 2009.
- [19] Christoph sommer, Falko Dressler, “Using the Right Two-Ray Model? A Measurement-based Evaluation of PHY Models in VANETs,” MobiCom, Poster Session, Las Vegas, Sep. 2011.

저 자 소 개



임 영 규(정회원)-주저자
2009년 경북대학교 전기전자
공학과 학사.
2002년 금오공과대학교
컴퓨터공학과 석사
2012년 금오공과대학교 IT융복합
대학원 박사과정

2012년 대한상공회의소 충북인력개발원
정보통신과 교수

<주관심분야 : 실시간처리, 임베디드 시스템>

김 동 성(정회원)-교신저자
전자공학회논문지-CI
제 47권 제 6호 참조

이 응 수(정회원)-공동저자
2010년 금오공과대학교 전자공학부 학사
2012년 동대학원 제어임베디드공학과 석사
2012년 평화발레오 기술연구소 전략사업개발팀
연구원

<주관심분야 : 차량용 네트워크, 산업용 통신망,
네트워크 기반 임베디드 시스템>