VANET에서 QoS Provisioning모델의 구현

Implementation of QoS Provisioning Model in VANET

허지완* 송왕철**
제주대학교 통신컴퓨터공학부

Jee-Wan Huh(jeewan.huh@gmail.com)*
Wang-Cheol Song(philo@jejunu.ac.kr)**

요약

Vehicular Adhoc Networks(VANET)은 차량과 노변장치 또는 차량간 통신 기술로 MANET의 보다 구체적인 활용 분야이면서 MANET의 Quality of Service(QoS) 기술이 Video on Demand(VoD), Video streaming, Voice over IP(VoIP) 등 멀티미디어 데이터의 품질을 위하여 연구되고 있다면, VANET에서는 사고나 기타 예상될 수 있는 응급한 상황에 대하여, 즉시 주변 차량에 전달하여 사고를 미연에 방지하는 등의 부분에 초점이 맞추어져있다. 본 논문에서는 Link State Routing(LSR)을 이용하여 실제 네트워크를 구성하고, Common Open Policy Service(COPS)를 이용한 QoS Provisioning 모델을 구현하였다. 그리고 VANET의 특성에 맞는 보다 효율적인 k-hop Cluster, inter-domain policy negotiation에 대하여 제안한다.

▌중심어 : | VANET | MANET | 차량간통신 | 품질보장

Abstract

Vehicular Adhoc Networks (VANET), a Vehicle-to-Infrastucture or Vehicle-to-Vehicle communication technology, is an area that makes more specific use of Mobile Adhoc Networks(MANET). VANET's Quality of Service(QoS) focuses on preventing possible emergencies like car crash from happening by immediately transmitting information to the cars around, while MANET's QoS is being studied for the quality of multimedia data such as Video on Demand(VoD), Video streaming, Voice over IP(VoIP), etc. In this paper, I structure the actual network configuration using Link State Routing(LSR), implement QoS Provisioning Model using Common Open Policy Service(COPS), and suggest more effective k-hop Cluster and inter-domain policy negotiation which fit better to the characteristics of VANET.

▌keyword : | VANET | MANET | QoS | PBNM | COPS-PR |

Ⅰ. 서론

VANET(Vehicular Ad-hoc Network)은 MANET (Mobile Ad-hoc Network)의 한 형태로 차량 간 통신이나 차량과 주로 노변에 있는 고정장치 간의 통신기술이며, VANET의 목표는 사용자에게 편리함과 안전함을 제공하는 데 있다.

특히 차량 충돌이나 긴급한 도로환경 변화 등에 신속한 대응을 위하여 Network QoS 기술은 VANET에 반드시 필요하다.

네트워크의 정책 전송 프로토콜인 COPS(Common Open Policy Service)[1]는 클라이언트-서버 모델을 지원하는 프로토콜로 IntServ와 적합한 COPS-RSVP[2]모델과 DiffServ모델에 맞는 COPS-PR[3]모델이 정의되어 있다.

본 논문에서는 VANET에 적합한 Link-state 라우팅

* "본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음" (IITA-2009-C1090-0902-0040)
접수번호 : #000000-000
접수일자 : 200 년 월 일
심사완료일 : 200 년 월 일
교신저자 : 송왕철, e-mail : philo@jejunu.ac.kr

알고리즘을 사용하고 COPS-PR 정책 전송 모델을 구현하고 긴급한 패킷이 발생했을 때 차등화된 대역폭을 할당하는 테스트베드 네트워크를 구축하고 성능을 실험하였다. 그리고 정책결정자(PDP:Policy Decision Point)가 정책수행자(PEP:Policy Enforcement Point)를 관리하는 k-hop Cluster 기법을 효과적으로 개선하는 방법을 연구하였다.

2장에서는 VANET의 특성 연구와 COPS-PR에 대하여 3장은 k-hop Cluster에 대하여, 4장에서는 테스트베드의 구축과 k-hop Cluster를 구현하는 방법에 대하여 알아보고 5장에서 결론을 맺는다.

Ⅱ. VANET의 특성과 정책기반 네트워크

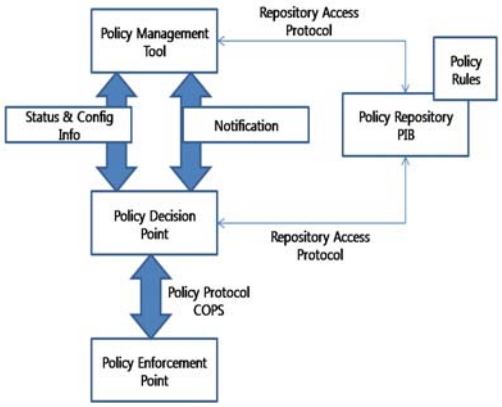
1. VANET의 특성

VANET은 Infra-structure가 없으며, 차량 간의 Ad-hoc 네트워크를 지원하며, 다른 차량과의 무선 네트워크의 릴레이역할을 수행하여야 한다. 충돌 경고, 도로 환경에 대한 알림, 또는 가장 좋은 경로를 결정짓는데 도움을 주기도 한다.

많은 면에서 MANET과 VANET의 관심사는 비슷하지만 세부적인 사항에서는 다른 점이 있다. VANET은 일반적인 MANET보다 이동성이 강하며, MANET에서의 QoS 연구가 Multimedia 데이터 통신에 주요 관심이 되고 있는 반면에, VANET에는 차량 간 충돌이나 도로의 상황에 대한 신속한 전달을 위한 기술이 주요 관심사[4]이다.

2. 정책기반 네트워크 관리시스템

네트워크의 각종 서비스 및 품질에 대해 다양한 요구와 관리의 중요성으로 인해 이를 해결할 수 있는 방법으로 PBNM(Policy-based Network Management)기술이 필요하다. PBNM에서 관리정책을 저장하는 정책저장소(policy repository)와 각 장비 상태에 따라 적절한 정책을 결정하는 정책 결정자로써 PDP(Policy Decision Point)가 있으며, PDP로부터 정책을 요청하고 수행하는 정책수행자(PEP: Policy Enforcement Point)가 있다. PDP와 PEP간의 프로토콜은 COPS(Common Open Policy Service)를 정의하고 있다.



▶▶ 그림 1. 정책기반 망관리 구조

COPS의 모델은 클라이언트의 위치에서 보는 관점에 따라 두 가지 종류가 있는데, Outsoucing 모델과 Provisioning 모델이다.

Outsoucing 모델은 QoS를 구현하는데 가장 간단한 모델로써 모든 정책은 PDP에 저장되어 있다. PEP가 어떤 정책을 필요로 할 때, PEP는 이에 관련한 PEP의 모든 정보를 PDP로 전송한다. PDP는 전송받은 정보를 분석하여 정책을 결정, PEP로 전송하고, 수행하게 된다.

Provisioning 모델에서는 COPS-PR(COPS Usage for Policy Provisioning)을 이용한다. 이 방식에서는 관리자가 통신하고 있는 PDP들을 통해 정책을 전송할 PEP들을 결정하고, 정책을 배포한다.

이와 관련하여 표준화되어 있는 것은 Outsoucing방식으로는 COPS-RSVP와 COPS-PR로써 각각 IntServ와 DiffServ방식의 QoS 네트워크에 적합하다.

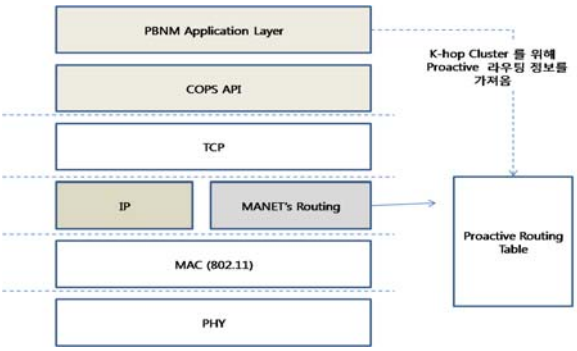
COPS-PR에서 정책은 PIB(Policy Information Base)라는 형태로 저장하고, 이 PIB는 SNMP(Simple Network Management Protocol)와 MIB(Management Information Base)관계와 같다. MIB는 SMIv2(Structure of Management Information Version 2)에 해당하는 것이며, SPPI(Structure of Policy Provisioning Information)[5]가 이에 대응한다.

본 논문에서는 PIB를 구축하고 PEP의 요청에 따라 PDP에서 PIB에 저장된 정책을 PEP로 전송하는 형태로 COPS-PR을 구현하였다.

Ⅲ. k-hop Cluster를 이용한 정책기반 관리 시스템

k-hop Cluster를 이용한 정책기반 관리 시스템은 PDP들이 k-hop Cluster를 이용하여 관리 영역의 범위를 결정하고 또한 PEP의 이동으로 인한 변화를 감지하여 관리 할 수 있도록 제안되어 있다.

그러나 k-hop Cluster가 관리 영역의 범위를 결정하고 PEP 노드의 이동을 감지하기 위해서는 전체 네트워크에 관한 위상정보가 필요하다. 이 경우, Proactive 방식의 라우팅 프로토콜 구조에서는 해당하는 라우팅 테이블을 가져오는 것으로 해결할 수 있다. 하지만, VANET의 특성을 고려한 많은 라우팅 프로토콜들은 On-demand방식이나 Hybrid 방식의 라우팅 프로토콜들을 제안하고 있어 기존의 k-hop Cluster는 문제점을 가지고 있다.

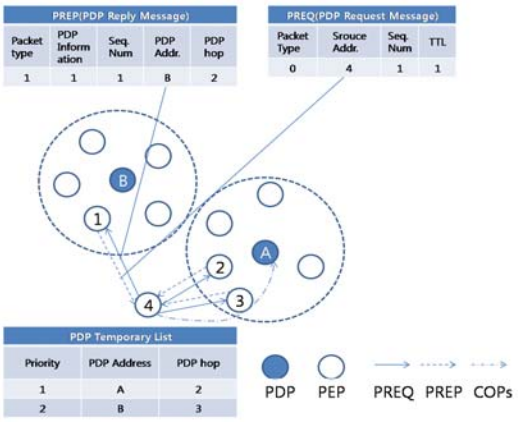


▶▶ 그림 2. k-hop Cluster 시스템 구조

k-hop Cluster에서 k 홉 값이 정해지면 PDP는 k 각 범위 안에 있는 PEP들을 관리한다. 그러나 k 범위 밖에 있는 PEP들은 관리할 수 없다. 또한 새로운 노드의 추가와 이탈이 빈번히 일어나는 상황에서는 최적의 k 값을 결정하기 쉽지 않은 문제가 있다.

이 문제를 해결하기 위해 Active PDP Discovery Protocol[10]이 제안되었다. PEP가 능동적으로 PDP를 찾을 수 있도록 하기 위해 PEP가 다른 PEP 이웃 노드들에게 PDP정보를 능동적으로 발견하도록 하게 하는 것이다.

그림 3는 Active PDP Discovery Protocol을 이용하여 PDP를 발견하고 최적의 PDP를 선택하는 과정을 보여주고 있다. PEP가 PDP정보를 이웃노드에게 요청하는 PREQ메시지와 응답메시지 PREP로 구성되어 있다.



▶▶ 그림 3. Active PDP Discovery의 PDP 선택과정

PREQ의 Packet-Type 0은 PREQ이다. Source Address는 요청 노드 자신의 주소이며, Seq_Num은 메시지 중복 회피를 위한 순서 번호, TTL은 Broadcast범위이고 Default값은 1이다.

PREP의 Packet-Type 1은 PREP이다. PDP-Information은 PDP에 대한 정보를 표시하며 PDP Address는 PDP의 주소를 표시한다. PDP Hop은 PDP까지의 거리를 나타내는 값이다.

Ⅳ. 테스트베드의 구축

테스트베드는 다섯 대의 무선 NIC을 장착한 PC와 리눅스 운영체제를 기반으로 구축하였다.

1. 하드웨어

네 대의 랩톱 PC들은 각각 아래와 같은 사양을 가지고 있다.

AMD64계열의 2.2GHz의 CPU, Broadcomm사의 BCM4318 칩셋을 사용하는 IEEE 802.11/bg 두 대

Intel Atom 1.6GHz CPU, Broadcomm사의 BCM 4312 칩셋을 사용하는 IEEE 802.11/bg 한 대

Intel Centrino CPU를 사용하는 1.4GHz, Intel IPW2200 칩셋을 장착한 IEEE 802.11/b 한 대

그리고 데스크톱에 PCI 타입의 무선 NIC를 설치하여 고정 장치로 사용하였다. 이 PCI NIC의 칩셋은 Ralink의 RT2500이다.

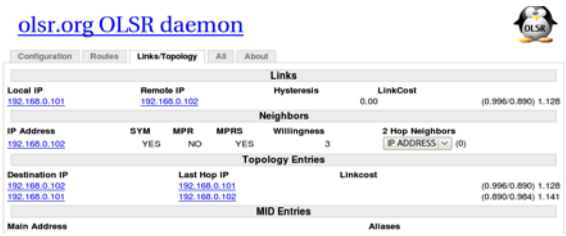
▶▶ 그림 4. 알루미늄 포일로 전송거리를 줄인 노드들

무선 NIC들은 표준 파라미터 값들 중 txpower 값을 조정하여 전송 거리를 좁혔으며, 알루미늄 포일을 이용하여 라디오 안테나 부분을 둘러싸 물리적인 전송 거리를 단축시켰다. 이 작업 결과로 인해 각 노드간의 전송 거리는 3~4미터이다.

2. 소프트웨어

모든 PC들은 리눅스 커널 2.6기반으로 설치하고 네트워크 구성은 ad-hoc 모드로 연결하고, 라우팅 데몬은 OLSRD[6]를 이용하였다. 이동성이 많고 실시간으로 토폴로지가 완성되어야 하며, 부가 기능들을 개발하여 여러 가지 방법으로 라우팅 상태에 대한 모니터링이 가능하다.

그림 5은 OLSRD의 httpinfo plugin으로 간단한 웹 서버 기능을 제공하고 전체적인 OLSRD의 모니터링 기능과 몇 가지의 파라미터 값을 변경할 수 있다. 또한 실시간 Link Quality를 이용한 네트워크 위상정보를 그림파일로 제작할 수 있는 부가 기능과 이 부가 기능을 이용, 스크립트를 작성하여, 노드의 이동에 따른 위상 변화를 축적하였다.



▶▶ 그림 5. OLSRD httpinfo plugin

COPS-PR의 구현에 있어서는 그동안 유·무선 상에서 구현된 Intel, Telia, Vovida 연구소의 COPS-PR 구현[8]등이 있다. 라이센스 등의 문제로 인해 본 연구에서는 TUT[9] PIB와 COPS에 대한 예제 소스코드를 사용하였다.

DiffServ에 관한 리눅스 소프트웨어로 IProute 패키지의 Linux Traffic Control(TC)[7]를 사용하여 PDP로부터 할당받은 정책에 따라 대역폭을 조정하였다.

이외에 VLC(Video Conferencing) 소프트웨어와 트래픽 제네레이터로 Iperf를 이용하고 Tcpdump와 Wireshark를 패킷 분석 툴로 이용하였다.

3. 시나리오

구축된 COPS-PR을 이용하여 PDP와 연결을 맺은 PEP의 요청에 따라 미리 설정된 정책을 전송하게 된다. 이때 라우팅 데몬인 OLSRD의 위상정보를 이용하여 KA 메시지에 Hop Count를 추가하여 전송하게 되고, PEP에서는 전송된 정책에 따라 TC 명령어를 통해 실제적인 전송 제어가 이루어진다. 현재는 DSCP 필드에 EF(Expedited Forwarding) PHB만을 전송하게 해서 해당 경로에 EF 전송을 하도록 하였다.

동작의 확인은 iperf를 이용한 트래픽 전송과 wireshark를 이용한 패킷의 확인, 그리고 VLC 스트리밍 서비스를 이용한다.

또한, PEP에서 다른 PEP노드나 PDP를 찾기 위해 TCP Port를 기반으로 스캐닝하고 이를 FOP(Find Other PDP)에 이용할 수 있도록 하고, PDP노드에는 MNL(Management Node List)를 추가하여 PDP가 PEP를 관리하도록 한다. PDP는 PEP의 접속에 따라 PEP Address와 hop-count로 구성된 MNL에 PEP정보를 추가한다. 주기적으로 KA 메시지가 PEP와 PDP간의 거리정보를 추가하여 보내짐으로써 PDP는 기존의 MNL

정보와 비교하여 PEP의 이동을 감지한다.

PEP 노드를 이동시키면, KA 메시지의 hop-count와 PDP가 가지고 있는 MNL 정보의 hop-count와 비교하여, PEP가 멀어지고 있다는 것을 감지하게 되며, PEP에게 FOP메시지를 보내게 된다. PEP는 FOP 메시지를 받고, Active PDP Discovery Protocol을 이용하여 새로운 PDP를 다시 수집하게 되고, 더 적은 hop-count의 PDP를 찾게 되면 CC(Client-Close)메시지를 보내 PDP와 접속을 끊고 새로운 PDP와 연결되게 되고, 그렇지 않다면 기존의 연결된 PDP에 MNL 정보 갱신을 요청하고 연결을 유지하게 된다.

Ⅴ. 결론

본 논문은 VANET을 위한 네트워크 테스트베드를 구축하고 QoS Provisioning을 구현하였다.

OLSR과 같은 Link-state Routing 환경에서 COPS-PR을 이용한 PBNM환경을 구축하여 PDP와 PEP 상호간의 정책 교환에 관련한 VANET의 안전성 충족을 위한 보다 적합한 알고리즘을 실제 네트워크에 적용하였다.

실험한 k-hop Cluster의 개선된 Active PDP Discovery Protocol은 이동성이 많고 긴급한 상황에 특정 패킷의 빠른 전달을 해야 하는 VANET의 환경에 보다 적합하다고 할 수 있다.

향후 구축된 테스트베드를 이용하여 여러 가지 측면에서 VANET을 위한 효율적인 정책기반 네트워크 관리에 대한 실험을 할 수 있다.

■ 참 고 문 헌 ■

[1] D. Durham, et.al., "The COPS(Common Open Policy Service) Protocol", IETF RFC 2748, 2000

[2] S. Herzog, et.al., "COPS usage of RSVP", IETF RFC 2749, 2000

[3] K. Chan, et.al., "COPS Usage for Policy Provisioning(COPS-PR)", IETF RFC 3084, 2001

[4] 이상선, "VANET환경에서의 라우팅 기술 및 서비스 개발동향" 한국정보과학회 학술지 22권 2호, 2008

[5] K. McCloghrie, et.al., "Structure of Policy Provisioning Information(SPPI)" IETF RFC 3159, 2001

[6] http://www.olsrd.org

[7] http://diffserv.sourceforge.net

[8] KS. Phanse, "Policy-Based Quality of Service Management in Wireless Ad Hoc Networks" PhD Dissertation. 2003

[9] http://www.atm.tut.fi/faster/diffserv.html

[10] 이경진, "MANETs에서 정책기반 망 관리를 위한 Active PDP Discovery" 한국통신학회 논문지 제31권 제5B호 별책, 2006

■ 저 자 소 개 ■

허 지 완(Jee-Wan Huh) **정회원**

- 1992년 2월 광주대학교 전자계산학과(공학사)
- 2005년 2월 제주대학교 통신컴퓨터공학부(공학석사)
- 2005년 3월 ~ 현재 : 제주대학교 연구원

<관심분야> : Network QoS, PBNM, MANET, VANET

송 왕 철(Wang-Cheol Song) **정회원**

- 1986년 2월 연세대학교 식품공학과(공학사)
- 1989년 3월 연세대학교 전자공학과(공학사)
- 1991년 3월 연세대학교 전자공학과(공학석사)
- 1995년 8월 연세대학교 전자공학과(공학박사)
- 2001년 2월~2002년 1월 University of Western Ontario, Postdoctoral Fellow
- 1996년~현재 제주대학교 통신컴퓨터공학부(교수)

<관심분야> : 망관리, 인터넷 QoS, PBNM, USN