

Active PDP Discovery에 기반한 정책 기반 MANET 관리 시스템 구현

허지완¹, 송왕철^{1*}

¹제주대학교 컴퓨터공학과

Implementation of Policy Based MANET Management System based on Active PDP Discovery

Jee-Wan Huh¹ and Wang-Cheol Song^{1*}

¹Department of Computer engineering, Jeju National University

요약 MANET에서 정책 기반 망 관리(PBNM)에 대한 연구는 이동 노드들 간의 신뢰성과 효율성을 확보하기 위해 연구되고 있다. 그러므로 노드의 이동을 감지하고 정책을 배포할 관리영역을 효과적으로 결정하는 것이 필수적이다. 정책 기반 망 관리 메커니즘에서 정책결정자(PDP)노드가 관리 영역(cluster)을 결정하고, 정책수행자(PEP) 노드들을 관리함에 있어 기존의 k -hop cluster 기법보다 효율적인 메커니즘으로써 Active PDP Discovery 기법이 제안되었다. k -hop cluster에서는 PDP노드가 관리할 PEP노드들을 선택하는 데 비해 Active PDP Discovery는 이동하는 PEP노드에서 능동적으로 PDP 노드를 선택할 수 있게 한다. 이 방법은 k -hop cluster에 비해 PDP에 연결되지 않은 고아노드를 방지하고 주기적인 방송메시지를 감소시킨다. 본 논문에서 노드의 이동감지를 하기 위하여 COPS-PR을 확장하고 PDP노드에 MNL을 추가하여 관리영역을 결정하는 Active PDP Discovery를 실제 네트워크에서 구현하고 성능을 분석한다.

Abstract The PBNM on MANET is being researched to ensure the reliability and efficiency between mobile nodes. Therefore, it is essential to determine the cluster effectively which will perceive the movements of nodes and distribute the policies. In PBNM mechanism, to determine the node cluster for PDP and manage PEP nodes, Active PDP Discovery Protocol is proposed as a mechanism which is more efficient than preexistent techniques. While k -hop cluster selects the PEP nodes which PDP node manages, Active PDP Discovery actively selects the PDP node among the moving PEP node. This method prevents orphan nodes that are not connected to PDP and reduces continual broadcasting messages. This paper implements Active PDP Discovery which determines cluster in the real networks and analyzes its capability, expanding COPS-PR to detect the movement of nodes and adding MNL to PDP node.

Key Words : PBNM, ad-hoc network, MANET, active PDP discovery, COPS

1. 서론

MANET(Mobile Ad-hoc NETwork)에서는 이동하는 노드들 간에 폴 메쉬나 멀티 홉 형태의 자율적인 네트워

크 토폴로지를 구성한다. 이러한 네트워크 형태에서 신뢰성과 효율성을 제공하기 위하여 즉, QoS(Quality of Service)나 보안 문제를 해결하기 위하여 정책 기반 망 관리(PBNM : Policy Based Network Management)[1] 시스

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음.
(NIPA-2009-C1090-0902-0040)

*교신저자 : 송왕철(philo@jeju.ac.kr)

접수일 09년 09월 29일

수정일 (1차 09년 10월 08일, 2차 09년 10월 29일)

계재확정일 09년 11월 12일

템이 연구되고 있다. PBNM은 유선 네트워크를 기반으로 개발되었기 때문에 MANET의 실제 응용분야[2][3]에 적용할 때 여러 가지 문제점이 도출될 수 있다. 노드의 이동성과 네트워크 위상이 자율적으로 결정되는 MANET의 특성에 따른 문제점으로 정책결정자(PDP : Policy Decision Point) 노드가 고정되어 있는 유선 네트워크의 PBNM과 달리 무선 네트워크에서는 어떤 노드가 PDP가 될 것인지 결정해야 하는 것과 어느 범위내의 정책수행자(PEP : Policy Enforcement Point)에게 정책을 배포할 것인가에 대한 연구가 필요하다.

본 논문은 PBNM에서 정책 결정자로부터 정책수행자 사이의 프로토콜인 COPS-PR(Common Open Policy Service-Provisioning)[4]를 확장하여 PDP 노드가 PEP 노드들을 관리하는 새로운 메커니즘인 Active PDP Discovery[5]를 실제 네트워크를 이용하여 구현하였다. Active PDP Discovery Protocol의 실제 테스트베드 구현은 본 논문이 유일하다.

2장에서는 PBNM의 전체적인 구성과 기존 k -hop Cluster[6][7]메커니즘이 MANET에서 도출될 수 있는 문제점을 설명하고 이를 해결하기 위해 제안된 Active PDP Discovery 메커니즘에 대해 설명한다. 3장에서는 Active PDP Discovery를 실제 네트워크에서 구현하고 4장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

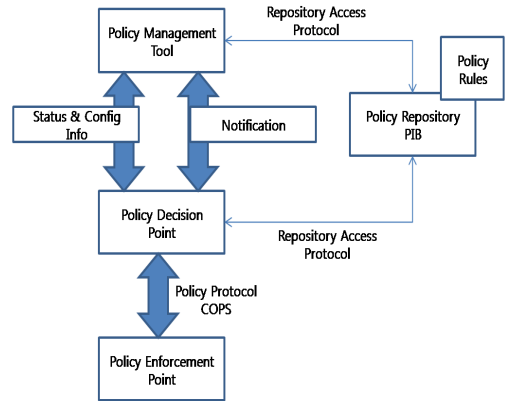
2.1절에서 전체적인 PBNM의 구조를 설명하고, 표준 COPS에 의한 PDP와 PEP의 정책 배포 관리 영역에 대한 방법으로 기존의 k -hop Cluster 기법을 2.2절에서 설명하고 문제점을 도출하며, 2.3절에서 k -hop Cluster의 문제점을 해결하기 위한 능동적 PDP 선택 기법인 Active PDP Discovery에 대하여 설명한다.

2.1 정책기반 망 관리 시스템

PBNM의 구조는 그림 1과 같이 정책을 저장하는 정책 저장소(Policy Repository), 각 장비의 상태에 따라 정책을 결정하는 정책결정자(PDP), 그리고 장비의 상태를 PDP에 전송하고 이에 따른 정책을 PDP로부터 전송받아 수행하는 정책수행자(PEP)의 구조로 되어있다. 그리고 관리자는 정책 관리 도구(Policy Management Tool)를 이용해 정책을 조정하고 관리하게 된다.

정책 저장소와 PDP사이의 프로토콜로는 LDAP(Light-weight Directory Access Protocol)이나 SNMP

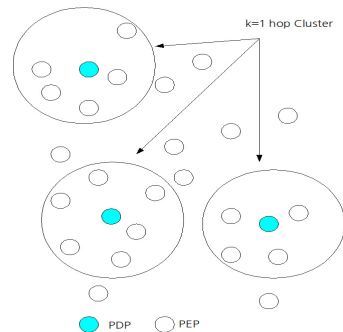
(Simple Network Management Protocol)의 MIB(Management information Base)를 PBNM에 적용한 PIB(Policy Information Base)의 형태로 정의되어 있으며, PDP와 PEP사이의 프로토콜로는 COPS(Common Open Policy Service)가 정의되어 있다.



[그림 1] 정책기반 망 관리 구조

2.2 k -hop Cluster

k -hop cluster는 PDP들이 어느 범위에 있는 PEP들을 관리할 것인가에 대한 메커니즘으로써 PEP들의 이동을 감지하고 관리할 수 있도록 제안되었다. k -hop cluster에서 PDP는 정주기적인 광고메시지(broadcast)를 통해 도달할 수 있는 PEP정보를 수신한 후에 정해진 k -hop 범위 안에 있는 노드들을 자신이 관리하는 PEP노드들로 결정한다. 이 방법은 몇 가지 문제점을 가지고 있다. PDP가 적절한 k 값을 어떻게 정할 것인가, 하는 문제와 정해진 k 값밖에 있는 PEP노드들에 대한 문제, 그리고 주기적인 광고메시지에 의한 네트워크 부하가 문제가 될 수 있다.

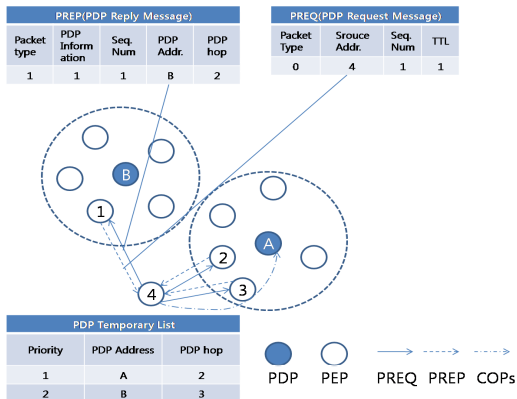


[그림 2] $k=1$ hop Cluster

그림 2는 k 값이 1일 때의 k -hop cluster의 구조를 보여 주고 있다. k 값이 1일 때 PDP로부터 홉 수가 1인 PEP들이 해당 PDP로부터 정책 수신을 받는 영역이 된다. 이로써 k 값 밖에 있는 어떤 영역에도 속하지 않는 고아 노드가 발생된다. 고아 노드를 방지하기 위하여 k 값을 늘리는 것도 PDP의 광고메시지 범위 안에 있어야 하므로 시뮬레이션에 의한 관련 연구[8]에 의하면 k 값은 한계가 있다.

2.3 Active PDP Discovery

k -hop cluster에서 언급한 문제점을 해결하기 위한 새로운 메커니즘으로 Active PDP Discovery Protocol이 제안되었다. PEP 노드에서 선택 가능한 PDP노드들을 탐색하고 이를 비교하여 능동적으로 선택된 PDP로부터 정책을 전송받아 수행하는 것이다.



[그림 3] Active PDP Discovery의 PDP 선택과정

그림 3은 Active PDP Discovery Protocol에 의해 PEP가 최적의 PDP를 선택하고 정책을 전송받는 과정을 보여 주고 있다. 네트워크에 새롭게 참여하거나 기존의 클러스터에서 떨어지는 PEP노드는 새로운 PDP 정보를 요청하는 PREQ(PDP Request)메시지를 전송하게 되고 이를 수신한 PDP 또는 인접한 다른 PEP들은 PREP(PDP Reply)메시지를 통해 PDP정보를 전달하게 된다. 이를 수신한 PEP노드는 기존의 연결된 PDP 정보와 새로운 PDP 정보를 비교하여 어느 PDP로부터 정책 서비스를 받을 것인지를 결정하게 된다. 이를 위하여 PDP와 PEP들은 COPS 프로토콜의 KA(Keep-Alive)메시지를 확장해 PDP와의 Hop Count정보를 유지하게 함으로써, PREQ요청에 따라 PDP정보를 PREP를 이용하여 전송할 수 있게 한다.

3. 정책 기반 MANET 관리 시스템 구현

3.1 구현

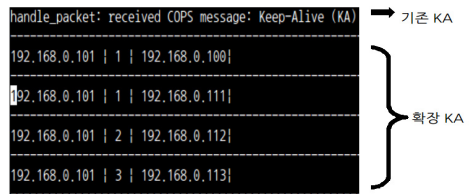
Active PDP Discovery Protocol가 실제 네트워크에서 동작하는지와 추가 연구를 위해 테스트베드를 구축하였다.

3.1.1 테스트베드의 구성

테스트베드의 구축에는 5대의 랩톱PC를 이용하여, 그 중 두 대를 PDP노드로 지정하였고, 나머지 랩톱PC를 PEP노드로 구성하였다. 운영체제는 리눅스 커널버전 2.6을 이용하였고, OLSR 라우팅 데몬[9]을 이용하여 MANET 멀티 홉 토폴로지가 가능하게 구성하였다.

실험의 편의를 위하여 노드 간의 전송거리를 줄일 필요가 있다. 하드웨어로는 노트북에 장착된 무선 NIC의 안테나 모듈을 제거하고 알루미늄 포일을 감싸 전송효율을 낮췄다. 소프트웨어에서는 각각의 무선 NIC의 드라이버에서 제공하는 최대값까지 txpower 값을 낮추어 노드 간의 최대 전송 가능 거리를 5m내외로 만들었다. 각각의 랩톱PC마다 사용된 무선 NIC의 모델이 다르므로 노드 간의 전송 거리는 차이가 있었다.

COPS 프로토콜 구현을 위해 Tampere 대학의 COPS 구현 샘플소스[10]를 이용하였고, 정책저장소 역할을 하는 PIB 구성 역시 PDP 두 대에 각각 구성하였다. COPS Connection이 이루어진 후에 Active PDP Discovery의 KA 확장을 위해 KA 메시지에 연결된 PDP까지의 홉수를 전송할 수 있도록 수정하였으며, 전송된 PDP까지의 홉수를 바탕으로 MNL(Management Node List)를 생성하도록 하였다. 그림 4에서 기존 KA 메시지에 추가로 각 노드 간의 홉수를 교환하는 것을 보인다.



[그림 4] KA(Keep-Alive)메시지의 확장

PDP와의 거리가 멀어져 새로운 PDP를 찾을 수 있도록 PREQ 전송 프로그램을, PREQ에 응답할 수 있도록 하는 PREP프로그램을 제작하였다.

그림 3에서 PREQ와 PREP의 헤더 구조에 대하여 도식하였다. PREQ의 Packet-Type 0은 PREQ이며 Source

Addr.은 요청 노드 자신의 주소이며 Seq_Num은 메시지 중복 회피를 위한 시퀀스 번호, TTL은 broadcast 범위이다. PREP의 Packet-Type 1은 PREP이며, PDP-information은 PDP에 대한 정보를 표시하며 Seq_Num은 PREQ와 같고, PDP Addr.은 PDP의 주소를 표시하고 PDP hop은 자신의 위치에서 PDP까지의 거리를 나타내는 홉 값이다.

PREP는 PDP노드와 PEP노드에 설치하여 PREQ에 응답하도록 하였다. PREQ메시지는 특정 TCP Port에 메시지를 보내고 그 메시지를 받는 노드가 PDP이면 자신이 가지고 있는 MNL을 전송하도록 하고, PEP이면 해당 PEP가 연결된 PDP 정보를 전달하도록 하였다. 확장된 KA 메시지와 PREQ, PREP에 의하여 PDP노드는 자신이 정책을 배포할 PEP 노드 리스트 즉, MNL을 만들어 관리한다. 그림 5는 생성된 MNL이며, 주기적으로 업데이트 되도록 하였다.

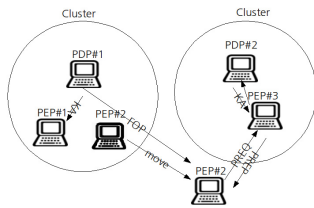
측정 도구로는 여러 가지 패킷의 흐름과 전송량을 보기 위해 wireshark 패키지[11]를 이용하였으며, 동작함을 보이기 위한 비주얼 스트리밍 툴로 VLC[12]를 이용하였다.

Priority	POP Addr.	POP Hop	Neighbor Addr.
1	0.0.0.1	1	192.168.0.100
1	0.0.0.1	1	192.168.0.111
2	0.0.0.1	2	192.168.0.112
3	0.0.0.1	3	192.168.0.113
4	0.0.0.1	4	192.168.0.114
5	0.0.0.1	5	192.168.0.115
6	0.0.0.1	6	192.168.0.116

[그림 5] MNL(Management Node List)

3.1.2 시나리오

그림 6과 같이 구성된 실험환경에서 PEP#2는 PDP#1으로부터 COPS 연결을 통해 정책을 받아 수행하는 노드이다. 이 노드가 이동하게 되면 PDP#1은 PEP#2에 FOP 메시지를 보내게 되고 PEP#2는 PREQ메시지를 보낸다. PREQ를 받은 PEP#3는 자신이 연결된 PDP#2의 MNL을 받아 PEP#2에 전송하게 되고 PEP#2는 KA메시지를 통해 자신이 연결되어 있던 PDP#1과 새로운 PDP#2의 홉수를 비교하게 된다.



[그림 6] 테스트베드 시나리오

만약, PDP#1의 클러스터에서 완전히 hand-off하게 되고 PDP#2의 클러스터의 PEP#3와 연결가능하게 되면 PDP#2와 새로운 COPS연결을 하게 되고 PDP#2와 확장된 KA메시지를 통해 홉 정보를 주기적으로 교환하게 된다. 그리고 기존 연결되었던 PDP#1에는 CC(Connection Close)메시지를 전송하여 PDP#1의 MNL에서 해당 노드를 삭제하도록 한다.

또는 PDP#1로부터 멀어져 PDP#1으로부터 FOP 메시지를 받아 새로운 PDP#2를 PEP#3의 전달받게 되었다 하더라도 기존 연결된 PDP#1의 홉 수와 비교하여 계속 PDP#1과 COPS 연결을 지속할지 여부를 결정할 수 있다.

PDP#2에는 PEP#3의 소스 IP 패킷에 대하여 리눅스의 Traffic Control 명령어 패키지를 이용하여 DSCP 헤더를 마킹하여 차등화 하였다.

PDP#1에서는 PEP#1에서 오는 스트리밍 트래픽에 대하여 64kb/s으로 제한하였고, 이동 노드인 PEP#2가 PDP#2의 클러스터로 이동하여 PDP#2에서 정책을 수신할 때는 아래와 같은 코드를 TCP 헤더에 마킹하여 전송 되도록 하였다.

```
tc qdisc del dev wlan1 root
tc qdisc add dev wlan1 handle 1:0 root dsmark indices 8
tc class change dev wlan1 classid 1:1 dsmark mask 0x0 value 0xb8
tc class change dev wlan1 classid 1:2 dsmark mask 0x3 value 0x58
tc class change dev wlan1 classid 1:3 dsmark mask 0xe3 value 0x10
tc class change dev wlan1 classid 1:4 dsmark mask 0xf1 value 0x60
tc class change dev wlan1 classid 1:5 dsmark mask 0x0 value 0x20
tc class change dev wlan1 classid 1:6 dsmark mask 0x3 value 0x70
tc class change dev wlan1 classid 1:7 dsmark mask 0x0 value 0xb8
tc filter add dev wlan1 parent 1:0 protocol ip prio 1 u32 match ip src 192.168.0.101/24 flowid 1:1
```

[그림 7] traffic control DSCP

그림 7의 Class 1:1은 EF(Expedited Forward)트래픽이고 나머지는 Class들은 AF(Assured Forward)트래픽 클래스이다. 시나리오에 따라 소스 IP가 192.168.0.101일 경우에 클래스 1:1을 적용하며 PDP#2의 IP인 192.168.0.101의 소스 IP에서 들어오는 패킷에는 DSCP가 EF로 마킹되어 QoS가 가능하도록 컴파일된 리눅스 커널의 TCP/IP 스택에 의하여 처리될 것이다.

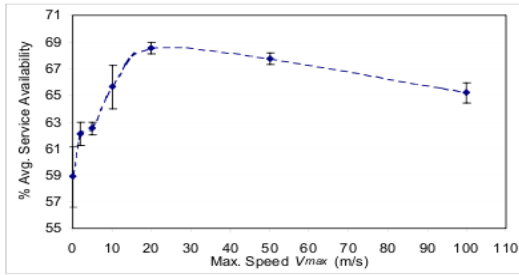
```
.config - Linux kernel v2.6.28.10 Configuration
Networking options -----
x [*] IP to AppleTalk-IP Encapsulation support
x [*] AppleTalk-IP to IP Decapsulation support
x [*] CITT X.25 Packet Layer (EXPERIMENTAL)
x [*] LAPB Data Link Driver (EXPERIMENTAL)
x [*] Acorn Econet/AN protocols (EXPERIMENTAL)
x [*] N-Net Econet
x [*] IAN router
x [ ] QoS and/or fair queueing -----
Networking testing -----
[Select]  <Exit>  <Help>
```

[그림 8] 리눅스 커널에서 QoS 설정

그림 8은 트래픽 차등화 서비스를 구현하기 위하여 리눅스 커널에서 QoS를 모듈로 설정하는 것이다.

3.1.3 측정

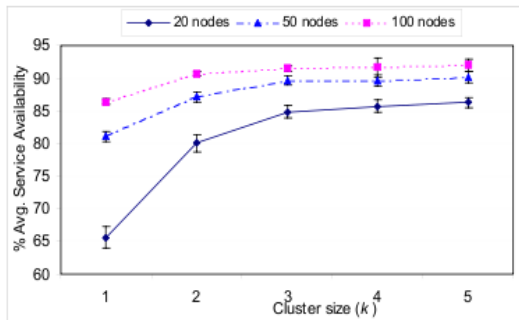
관련 연구[8]에 의하면 k -hop cluster에 의한 PDP 탐색 알고리즘은 노드의 스피드가 일정 기준으로 증가하면 정책 서비스를 하기가 어려워진다.



[그림 9] K.Phance의 노드 이동에 따른 서비스 유지율

그림 9는 노드 이동 속도에 따른 서비스 가능율을 시뮬레이션한 결과이다. 노드가 정지 상태에서 시작하여 노드의 이동 속도가 늘어나면서 서비스 가능한 노드들의 수가 줄어들기 시작한다.

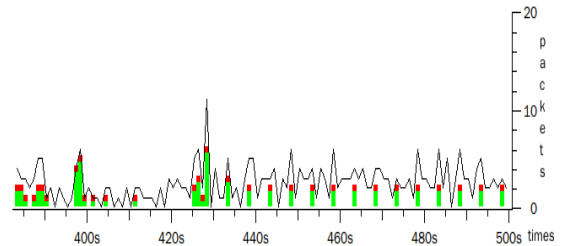
또한, 이 연구에서는 k 값 밖에 있는 노드들을 위해 k 값을 늘리는 것은 최대 5 홉까지이고, 일반적으로 $k=4$ 일 때까지 서비스를 할 수 있는 것으로 시뮬레이션 결과를 바탕으로 증명하였다. 이것은 PDP에 의한 광고메시지를 이용하여 PEP를 선택하는 k -hop cluster에서는 PDP의 광고메시지의 전송 범위에 한계가 있기 때문에 연결 가능한 홉 수에 제한이 있을 수 밖에 없다는 것이 증명된다.



[그림 10] cluster 사이즈에 따른 서비스 가능율

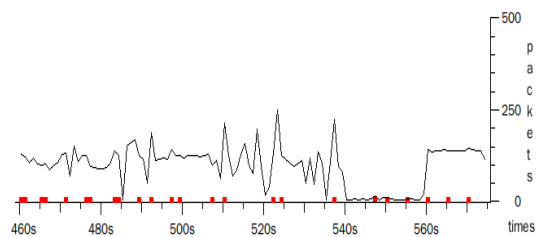
그림 10은 K.Phance의 cluster의 크기, 즉 k 홉 수와 노드 수와의 관계를 시뮬레이션 한 결과이다.

Active PDP Discovery에서는 PDP에 의한 광고메시지가 아닌 PEP에 의한 능동적 PDP 탐색 알고리즘을 적용하므로 어떤 MANET 라우팅 알고리즘에서 멀티 홉 라우팅 패스를 제공하면, 라우팅 알고리즘이 제공하는 범위 안에서 PDP노드와 연결 가능하므로 라우팅 범위 안에서 모든 노드들이 정책 서비스를 할 수 있게 된다. 그림 11은 이동 노드 PEP#2를 계속해서 이동하며 패킷을 수집한 것으로 막대 그래프는 COPS 메시지를, 선은 모든 TCP 트래픽을 나타낸 것이다.



[그림 11] PEP#2 노드 이동 중에 PDP#2에서의 COPS, KA, Total Packets

415초에서 425초 사이에서 실제로 TCP연결은 끊겼으나 저장된 데이터를 선형으로 연결하여 그래프로 나타내는 과정에서 연결된 것으로 표시되었다. 이 상태에서 COPS의 KA메시지의 타임아웃 시간을 초과하지 않은 상태에서 다시 클러스터 영역으로 들어와서 계속해서 COPS연결을 하고 있는 것을 보인다.



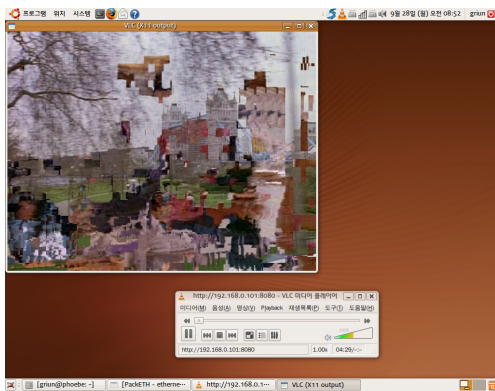
[그림 12] TCP 전송과 COPS의 KA메시지

그림 12는 PEP노드의 이동에 따른 PDP 연결을 보여주고 있다. 선 그래프는 전송되는 TCP 트래픽 상태를 보이고 점으로 나타낸 것은 COPS의 KA(Keep-Alive)메시지를 표시한다. PEP를 기 연결된 PDP#1로부터 이동하여 PDP와의 거리를 떨어뜨렸을 때, 540초 부근에서 전송속도가 급격히 떨어지는 것을 볼 수 있다. 이 노드를 다시 PDP#2쪽으로 이동시켰을 때, 560초에서 기존 PDP#1와 새로운 PDP#2에 대한 비교를 하게 되고 새로운 PDP까지

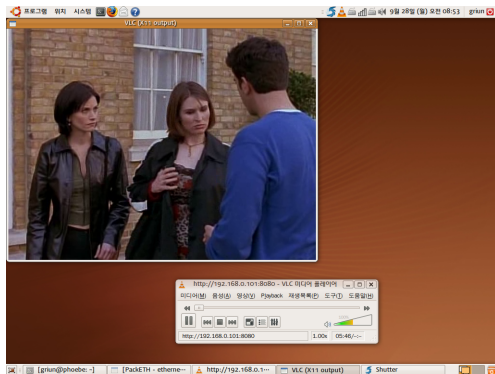
의 홉 수가 기 연결된 PDP와의 홉 수보다 작으면 새로운 PDP와 연결하게 된다. 실험 네트워크에서 기 연결된 PDP와의 홉 수는 2이며, 새로운 PDP와의 홉 수는 1이므로 새로운 PDP로부터 COPS 메시지를 수신하게 된다. 실제의 정책 수신은 COPS 메시지에 의해 tc 명령어 스크립트가 작동하여 해당 소스 IP로부터 송신되는 트래픽에 EF Class를 적용해 540초 이전의 불안정한 송신상태에서 560초에서부터는 안정된 전송상태를 보이고 있다.

마지막으로 VLC를 이용한 비디오 스트리밍 실험을 하였다. 특정 노드에서 동영상 스트리밍을 하게 하고 기 연결되었던 PDP#1에 설정된 정책으로 수신하는 경우와 노드가 이동하여 PDP#1의 클러스터로부터 Hand-off하고 새로운 PDP#2의 정책에 따라 수신하는 것을 실험하였다.

PDP#2의 정책을 수신하게 된 이동 노드 PEP#2는 동영상을 전송하는 IP에서 들어오는 트래픽을 EF트래픽으로 마킹하고 TCP헤더의 DSCP필드의 값에 따라 트래픽을 차등화하도록 컴파일된 운영체제 커널의 TCP 스택에 따라 전송되도록 하였다.



[그림 13] PDP#1으로부터 정책 수신 된 PEP#2의 Video 스트리밍



[그림 14] PDP#2로부터 정책 수신 된 PEP#2의 Video 스트리밍

그림 13은 PDP#1에서 정책을 수신을 받을 때의 PEP#2의 비디오 스트리밍 수신 상태를 보여주고 있으며, 그림 14는 새로운 클러스터의 PDP인 PDP#2로부터 정책을 할당 받아 동영상 스트리밍을 받는 그림이다. 동일한 송신측에서 수신 받는 동영상 스트리밍이지만 그림 12의 그래프에서 540초 이전의 전송상태가 그림 13이며, 560초 이후의 전송상태가 그림 14이다. EF Class에 의해 다른 트래픽을 드롭시키고 해당 소스IP의 트래픽을 우선적으로 처리함으로써 보다 안정된 전송상태를 보이고 있다.

4. 결론

k -hop cluster의 실제 네트워크에서의 구현은 K.Phance의 관련 연구[8]가 유일하며, 이는 MANET에 PBNM을 구현하기 위한 하나의 요소 기술로 k -hop cluster를 사용하였고, 본 논문은 k -hop cluster의 문제점을 지적하고 이를 해결하기 위한 Active PDP Discovery에 대한 실제 네트워크에서의 최초의 구현이다. 구현을 위해 표준 COPS-PR 프로토콜의 KA메시지를 확장하였으며, Active PDP Discovery에서 제안된 MNL과 PREQ, PREP 정보 전송을 위해 에이전트를 구현하고, 실제 QoS가 작동하도록 리눅스 운영체제의 QoS구현을 적용하였다. 두 대의 PDP에 서로 다른 정책을 할당하고 PEP노드의 이동에 따라 전송되는 트래픽을 분석하고 동영상 스트리밍 실험으로 Active PDP Discovery메커니즘이 동작함을 보였다.

향후 연구 과제로 본 연구에 의해 구현된 테스트베드는 PDP까지의 홉수를 기반으로 PEP가 PDP를 선택하게 하였으나 보다 효율적인 정책 전송 영역 관리를 위하여 다른 여러 가지 메트릭 즉, Node Power, Link Quality, 또는 여러 가지 메트릭의 하이브리드방식을 기준으로 영역을 관리할 수 있도록 추가적인 연구가 구현된 테스트베드에서 가능하다. 이는 시뮬레이션에 의한 관련연구가 정책 전송 영역의 크기에 관련한 연구가 집중되고 있는데 비해 이동 노드들이 어떤 PDP로부터 정책을 전송받느냐에 대한 보다 효율적인 메커니즘이 제시될 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] D. Verma, "Policy-Based Network: Architectures and Algorithms", Sams, pp.5-287, November, 2000.
- [2] 조옥래, "도로 사정에 따른 효율적인 자동차 애드 혹망의 성능평가에 관한 연구," 한국산학기술학회논문

- 지, 제8권, 제3호, pp.593-600. 6월, 2007,
- [3] 조준모, "VANET에 있어서 위치기반과 비위치기반 라우팅프로토콜의 성능 평가," 한국산학기술학회논문지, 제7권, 제2호, pp.213-218, 5월, 2006.
- [4] K. Chan, et al., "COPS Usage for policy provisioning (COPS-PR)", IETF RFC 3084, March, 2001.
- [5] Wang-Cheol. S, "Active PDP Discovery for the Policy Based MANET Management", IEICE TRANS. COMMUN., VOL.E92-B. No.3 March, 2009.
- [6] Dongkyun Kim, et al., "K-hop cluster-based dynamic source routing in wireless ad-hoc packet radio network," IEEE Vehicular Technology Conference, VOL.48, pp.224-228, May, 1998.
- [7] R. Chadha, et al., "Policy-based mobile ad hoc network management", POLICY'04, pp.35, June, 2004.
- [8] K. Phanse and L. Dasilva, "Protocol support for policy-based managemnet of mobile ad hoc networks", NOMS pp.3-16, April, 2004.
- [9] T. Clausen, et al., "OLSR Routing Protocol" IETF RFC3626, October, 2003.
- [10] Perttu Kivimäki, "Policy Based Networks & Bandwidth Broker", <http://www.atm.tut.fi/faster/> August, 2000.
- [11] Wireshark network protocol analyzer, <http://www.wireshark.org>, September, 2009.
- [12] VLC media player, <http://www.videolan.org/vlc/>, September, 2009.

송 왕 철(Wang-Cheol Song)

[정회원]



- 1986년 2월 : 연세대학교 식품공학과 학사
- 1989년 2월 : 연세대학교 전자공학과 학사
- 1991년 2월 : 연세대학교 전자공학과 석사
- 1995년 2월 : 연세대학교 전자공학과 박사
- 2002년 7월 : University of Western Ontario, Postdoctoral Fellow
- 1996년 3월 ~ 현재 : 제주대학교 컴퓨터공학과 교수

<관심분야>

QoS, 정책기반 네트워킹, USN, Ad hoc 네트워크 라우팅

허 지 완(Jee-Wan Huh)

[정회원]



- 2005년 2월 : 제주대학교 대학원 컴퓨터공학전공 (공학석사)
- 2007년 2월 : 제주대학교 대학원 컴퓨터공학전공 (박사수료)

<관심분야>

Network QoS, Cloud Computing Network, MANET