

# MANETs에서 정책기반 망 관리를 위한 Active PDP Discovery

준회원 이 경 진\*, 정회원 송 왕 철\*

## Active PDP Discovery for PBNM in MANETs

Kyung-JIn Lee\* Associate Member, Wang-Cheol Song\* Regular Member

### 요 약

Mobile Ad-hoc Networks(MANETs)에서 정책기반 네트워크 관리를 위해서는 기존의 유선망 관리 방법으로는 신뢰성과 효율성을 보장 할 수 없다. 그러므로 MANETs 관리는 노드들을 효과적으로 클러스터하고 이동 관리를 하는 것이 필수적이다. 본 논문에서는 분산 되어 있는 PDP(Policy Decision Point)를 발견하는 Active PDP Discovery Protocol과 PEP(Policy Enforcement Point)노드 이동 감지를 위해 COPS-PR을 확장하고 PDP에 MNL(Management Node List)를 추가하여 PEP노드를 관리하는 방법을 제안한다. 그리고 시뮬레이션을 통해 얻은 결과를 분석하고 결론으로 끝맺는다.

**Key Words** : MANETs, PBNM, Active PDP Discovery Protocol, Keep Alive, MNL

### ABSTRACT

Policy-based Network Management(PBNM) in the Mobile Ad-hoc network(MANETs) requires additional, reliable and efficient mechanism over PBNM in wired network. Thus, it is important that the management system in MANETs should cluster the moving nodes and manage their movements in an effective manner. In this thesis, I propose a mechanism for the policy-based management in ad hoc networks in which I consider several methods to discover the Policy Decision Point(PDP), set the management area, and manage the movements of Policy Enforcement Point(PEP) nodes in the PBNM system. Moreover, COPS-PR is extended for the mechanism. Finally, I analyze and validate the results through simulations.

### 1. 서 론

최근 MANETs<sup>[1]</sup>에 다양한 멀티미디어 서비스 및 응용 서비스 요구가 증가하면서 QoS(Quality of Service)<sup>[2, 3]</sup>와 네트워크 자원 관리의 필요성 역시 증가하였다. 이러한 요구를 충족시키기 위해서는 네트워크 전체를 구성하고 제어 할 수 있어야 하며, QoS, 접근제어, 네트워크 보안등의 복잡한 기능들을 쉽게 관리할 수 있는 정책기반 네트워크 관리 시스템이 주목 받고 있다. 그러나 정책기반 네트워

크 관리 시스템은 유선 네트워크와 같이 고정되어 있는 네트워크를 관리하기 위해 제안되어 있어 무선 환경의 MANETs에 그대로 적용하기에는 적합하지 않다.

본 논문은 기존에 제안한 메커니즘들이<sup>[9, 10]</sup> 가지고 있는 문제점들을 고려하여 분산된 정책 서버를 발견하는 Active PDP Discovery Protocol과 COPS-PR을 확장하고 PDP에 MNL(Management Node List)를 추가하여 노드의 이동을 감지하고 관리 할 수 있도록 하여 네트워크의 부하를 줄이고 라우팅

\* 제주대학교 컴퓨터공학과 (indigo@ncl.cheju.ac.kr, philo@cheju.ac.kr)

논문번호 : KICS2006-01-025, 접수일자 : 2006년 1월 12일, 최종논문접수일자 : 2006년 5월 4일

프로토콜에 의존하지 않는 메커니즘을 제안한다. II 장에서는 MANETs 특성과 관련연구 III장과 IV장은 MANETs에 정책기반 망 관리 시스템을 적용하기 위해 제안한 방법들을 알아보고 시뮬레이션을 통해 성능평가 한다. V장에서 결론을 알아본다.

## II. MANETs 특성과 관련연구

### 2.1 MANETs의 특성

MANETs<sup>[1]</sup> 노드 간의 통신을 무선 인터페이스를 사용하기 때문에 다음과 같은 특성들을 가진다.

한정된 대역의 주파수를 사용하기 때문에 데이터 전송률에 제한이 있을 뿐만 아니라, 이를 다수의 노드들이 서로 공유하여 사용하기 때문에 전송 대역폭에 한계, 제한된 전송 거리(150~250m)가 있다. 또한 이동단말의 전송범위를 벗어나 있는 목적지에게 패킷을 전달해야 하는 경우는 소스와 목적지 사이에 위치하는 다른 노드가 패킷을 중계함으로써 목적지에 패킷을 전달할 수 있도록 다중 홉(Multi-hop)방식을 제공한다. 노드가 수시로 이동하기 때문에 네트워크의 위상이 빈번히 변하는 특성이 있다. 이는 MANETs 라우팅 프로토콜에 영향을 미칠 뿐만 아니라 Network 관리를 복잡하게 한다.

### 2.2 정책기반 망 관리 시스템

서비스 및 품질에 대한 다양한 소비자의 요구와 이를 위한 Network 관리 분야의 중요성은 더욱 증가하고 있으며, 이러한 요구를 수용하는데 있어서 기존의 기법으로는 한계가 있다. 이를 해결할 수 있는 방법으로 최근에 PBNM(Policy-based Network Management)<sup>[4, 5]</sup> 기술이 주목받고 있다.

PBNM 구조는 그림 1과 같이 관리정책을 저장하는 정책 저장소(policy repository)와 각 장비의

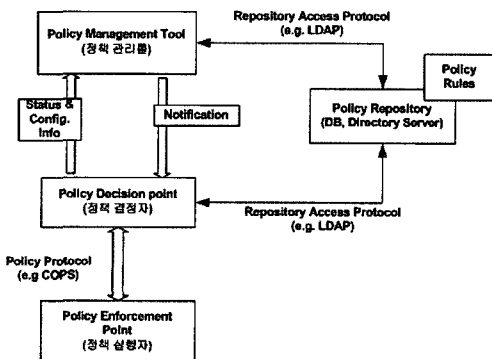


그림 1. 정책기반 망관리 구조

상태에 대한 적절한 정책을 결정하는 정책 결정자(PDP: policy decision point)와 장비의 상태를 감시하고 이를 PDP로 통보하며, 이에 대해 PDP로부터 받은 정책을 실행하는 정책 실행자(PEP: policy enforcement point) 그리고 관리자가 Network 상태를 모니터링 하고 정책을 추가, 변경 할 수 있는 정책 관리 툴(Policy Management Tool)로 구성된다. 또한 정책 저장소 접근 프로토콜은 LDAP(Light-weight Directory Access Protocol)을, PDP와 PEP 간의 프로토콜은 COPS(Common Open Policy Service)<sup>[6-8]</sup>를 정의하고 있다.

### 2.3 k-hop Cluster를 이용한 정책 기반 MANETs 관리 시스템

k-hop Cluster를 이용한 정책기반 MANETs 관리 시스템은 PDP들이 MANETs 내에 분산되어 있고, 각 PDP들은 k-hop Cluster를<sup>9, 10</sup> 이용하여 관리 영역의 범위를 결정하고 또한 PEP의 이동으로 인한 변화를 감지하여 관리 할 수 있도록 제안 하였다. 그러나 k-hop Cluster가 관리 영역의 범위를 결정하고 PEP 노드의 이동을 감지 위해서 MANETs의 전체 위상 정보가 필요하다. 그림 2는 k-hop Cluster 시스템 구조이다. PBNM어플리케이션 층에서 네트워크 층의 Proactive 라우팅 프로토콜의 테이블 정보를 가지고 오는 구조를 갖는다. 그러나 Proactive 방식의 라우팅 프로토콜이 제공하는 위상 정보를 이용하기 때문에 On-demand 방식과 Hybrid 방식의 다양한 라우팅 프로토콜에서 제안 시스템을 적용할 수 없다.

k-hop Cluster는 k 홉 값이 정해지면 PDP는 k 홉 범위 내에 있는 PEP를 관리한다. 그림 3과 같이 k 값을 1로 결정했을 경우 PDP는 1 홉 거리에 있는 모든 PEP를 관리 한다. 그러나 k 범위 밖에 있

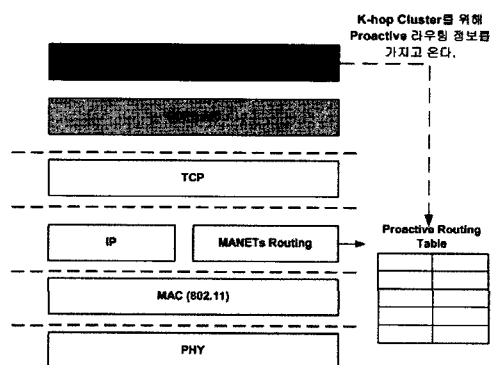


그림 2. K-hop Cluster 시스템 구조

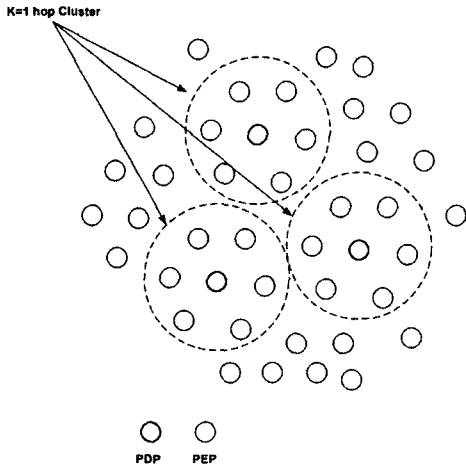


그림 3. k=1 hop Cluster

는 PEP들은 관리할 수 없다. 또한 새로운 노드의 추가와 이탈이 빈번히 일어나는 MANETs에서 최적의 k 값을 결정하기 쉽지 않은 문제가 있다.

### Ⅲ. 정책기반 망 관리를 위한 Active PDP Discovery Protocol

MANETs에서 PDP를 분산하여 PEP의 이동과 관리를 효과적으로 할 수 있고 PDP에 장애가 발생하더라도 PEP에 미치는 영향을 최소화 하도록 제안한다.

#### 3.1 Active PDP Discovery Protocol

MANETs에서 PBNM을 적용하기 위해서는 PEP가 분산된 PDP를 효율적으로 발견하고 그 중 최적의 PDP에게 정책 서비스를 받는 것이다. 기존에 제안한 방법은 모든 PDP들이 주기적으로 광고메시지를 네트워크 전체에 브로드캐스트 한다. 그림 4와 같이 PDP A가 자신의 존재를 알리기 위해 전체 네트워크에 광고 메시지를 보내면 이 메시지를 받은 노드들 중 서비스가 필요한 새로운 PEP노드가 PDP A에 정책서비스를 받고 PDP A의 클러스터 영역에 추가 되는 방식을 사용하였다. 그러나 PDP가 증가 할수록 각 PDP가 주기적으로 보내는 광고 메시지가 증가하여 네트워크 부하를 증가시킨다. 또한 PDP정보가 필요하지 않은 PEP노드들도 메시지 받게 된다.

본 논문에서는 위에서 언급한 문제를 해결하기 위해 PEP가 이웃노드에게 PDP정보를 능동적으로 요청하고 PDP를 발견하도록 함으로써 네트워크 전

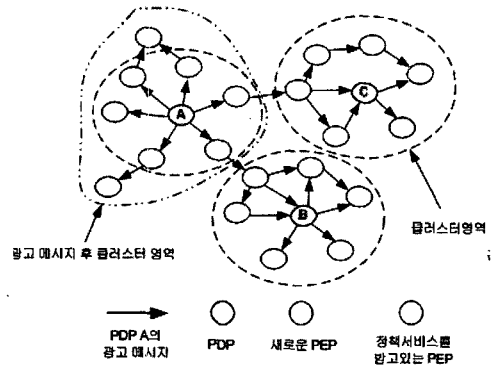


그림 4. PDP A의 광고 메시지

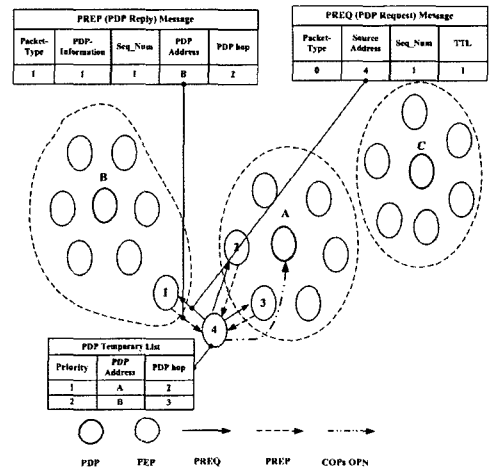


그림 5. Active PDP Discovery와 PDP 선택과정

체에 부하를 줄일 수 있도록 Active PDP Discovery Protocol을 제안 하였다.

그림 5는 Active PDP Discovery Protocol을 이용하여 PDP를 발견하고 최적의 PDP를 선택하는 과정을 보여준다. Active PDP Discovery Protocol은 그림 상단 오른쪽에 PEP가 PDP정보를 이웃노드에게 요청하는 PREQ메시지와 상단 왼쪽에 응답 메시지 PREP로 구성 되어 있다.

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

PREP의 Packet-Type 1은 PREP이다. PDP-Information은 PDP에 대한 정보를 표시하며 표 1과 같다. Seq\_Num은 PREQ의 Seq\_Num와 동일한 값을 넣는다. PDP Address는 PDP의 주소를 표시한다. PDP hop은 자신의 위치에서 PDP까지의 거리를 나타내는 홉 값이다.

표 1. PDP Information

PDP Information	의미
0	PDP 정보가 있다.
1	응답 노드가 PDP이다.

그림 5에서 PEP 4는 이웃 노드 1, 2, 3에게 PREQ를 보낸다. 그리고 PEP 4는 이웃 노드들에게 PREP를 받아 PDP정보를 수집하여 최적의 PDP를 선택하기 위해 PDP Temporary List에 우선순위가 높은 순으로 정렬하여 가장 순위가 높은 PDP를 선택하여 해당 PDP에 접속한다.

PDP Temporary List 우선순위 규칙은 최적의 PDP를 선택하기 위해 PREP 메시지의 PDP-Information 필드 값을 체크하여 값이 0이면 PDP Address 값과 PDP hop 값에 1을 더한 정보를 리스트에 추가 한다. 만약 PDP Address가 이미 PDP Temporary List에 있으면 PDP hop 값을 비교하여 값이 작으면 PDP Temporary List를 갱신하고 값이 크면 무시한다. 값이 1 이면 응답 노드가 PDP 이고 바로 이웃에 있다는 것을 의미하므로 PDP Temporary List 작업을 중지하고 PEP는 해당 PDP에게 접속한다. 이와 같은 과정을 모두 마치면 PEP 4는 PDP hop 값이 가장 작은 순으로 PDP Temporary List가 만들어진다. PEP 4는 우선순위가 가장 높은 즉 최적의 PDP A에 접속한다. 접속이 성공적으로 이루어지면 PDP Address와 PDP hop 정보를 저장하고 PDP Temporary List를 제거한다. 그러나 PDP로부터 접속 불허 메시지를 받거나 응답이 없다면 다음 우선순위의 PDP를 선택한다.

### 3.2 PEP 관리

3.1절에서 PEP가 최적의 PDP를 찾아 접속하는 과정을 설명하였다. 3.2절은 PEP의 이동을 고려하여 COPS-PR<sup>[8]</sup>의 KA(Keep Alive)메시지와 FOP(Find Other PDP)를 추가 확장하고 MNL(Management Node List)을 이용하여 PDP가 PEP를 관리하도록 제안하였다.

COPS-PR의 KA메시지는 PDP와 PEP의 접속유지 목적뿐만 아니라 PEP노드의 이동 정보를 추가하여 PDP가 PEP이동을 감지할 수 있도록 KA메시지에 PEP Address와 Hop-Count(PEP와 PDP의 거리)를 추가 하였다. PDP는 PEP가 접속을 하면 PEP Address와 hop-count로 구성된 MNL에 PEP 정보를 추가한다. 이와 같이 KA 메시지에 PEP와 PDP의 거리 정보(홉 정보)를 추가하여 주기적으로

PDP에게 보냄으로써 PDP는 PEP의 거리 정보를 이용하여 MNL의 정보와 비교하여 PEP의 이동을 감지할 수 있다.

그림 6에서 PDP A는 MNL 리스트를 가지고 있다. 만약 PEP 7이 이동하고 PDP는 PEP 7로부터 KA메시지를 받으면 PDP A가 가지고 있는 MNL 리스트와 KA메시지의 Hop-Count 값을 비교한다. 그리고 PEP 7의 Hop-Count 값이 KA 메시지의 Hop-count 보다 작으면 PDP는 PEP 7이 거리가 멀어졌다는 것을 감지하고 PEP 7에게 FOP메시지를 보낸다. PEP 7은 FOP 메시지를 받으면 Active PDP Discovery Protocol을 이용해서 PDP 정보를 다시 수집하고 PDP Temporary List에서 여전히 PDP A가 우선순위가 가장 높으면 접속을 유지하기 위해 PDP A에게 MNL 리스트 갱신을 요구 한다. 만약 다른 PDP가 우선순위가 높으면 PDP A에게 CC(Client-Close)메시지를 보내 PDP A와 접속을 끊고 새로운 PDP에 접속한다.

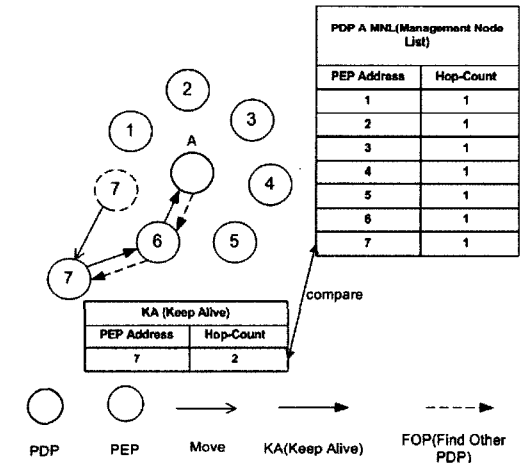


그림 6. PEP 관리

## IV. 시뮬레이션 결과 및 분석

본 장에서는 NS2<sup>[11-13]</sup>의 Ad-hoc Network 모듈에 제안 시스템을 추가 확장하여 On-demand 방식에서 대표적인 AODV<sup>[14]</sup>와 Table-Driven 방식의 대표적인 DSDV<sup>[15]</sup> 라우팅 프로토콜을 선택하여 각 라우팅 프로토콜이 제안 시스템에 미치는 영향을 알아본다. 또한 PDP의 장애가 발생했을 때 PEP노드들이 얼마나 효과적으로 장애를 극복하는 지를 알아본다.

시뮬레이션 환경은 TwoRayGround 전파모델,

OmniAntenna 안테나 모델 그리고 802.11 MAC 모델을 적용하였다.

첫 번째 시뮬레이션 시나리오는 Table-driven 방식의 DSDV와 On-demand 방식의 AODV 라우팅 프로토콜을 적용한다. 그리고 1000 x 1000 m2 공간에 100개의 노드들을 균일하게 분산 시키고 PDP의 수(PDP 서버는 100 개의 노드들 중에 임의로 선택)와 노드 이동속도는 5m/s, 10m/s, 20m/s로 한다. 시나리오의 시뮬레이션 시간은 900초로 정하고 시뮬레이션 환경의 초기화 및 안정되기까지 시간을 300초 동안을 고려하여 그 기간 동안의 측정 데이터 무시하고 나머지 600초 동안의 측정 데이터를 이용하였다.

두 번째 시뮬레이션 시나리오는 PDP를 3개로 고정하고 전체 노드가 20, 50, 100개일 때 그리고 노드의 이동속도를 5, 10, 20 [m/s] 설정하고 시스템이 초기화 및 안정화가 되어있는 조건에서 시뮬레이션 시간은 120초로 설정하고 시뮬레이션 시간이 60초가 되면 3개의 PDP 중 하나를 다운시킨다. 이때 PEP노드에게 미치는 영향을 5초 단위로 측정한다.

첫 번째 시나리오의 시뮬레이션 결과로써 그림 7과 그림 8은 AODV에서의 PDP 서버와 이동 노드의 속도 변화에 따른 PREQ 메시지와 COPS Connection의 변화를 보여준다.

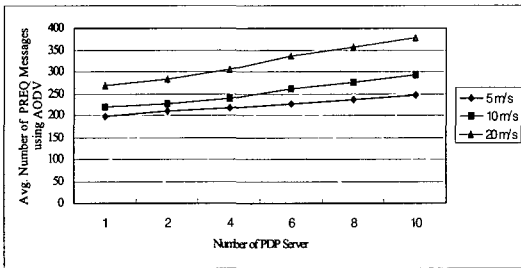


그림 7. AODV에서 PDP의 수와 노드 이동속도 변화에 따른 PREQ(PDP Request) 메시지 수

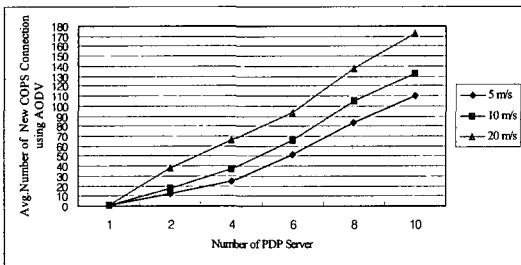


그림 8. AODV에서 PDP의 수와 노드 이동속도 변화에 따른 COPS Connection 수

그림 7에서 노드의 이동 속도가 5 m/s이고 PDP 수가 1개일 때 총 PREQ 메시지의 수는 200개이고 PDP수가 10개일 때 PREQ 메시지의 수는 250개로 50개 정도의 메시지가 증가했으며, 이는 PDP수의 증가가 PREQ 메시지의 증가에 크게 영향을 미치지 않는다. 그리고 10, 20 m/s일 때 역시 메시지 증가는 크게 변하지 않았다. 그러나 노드의 이동속도에 따른 변화는 보면 5 m/s 일 때와 20 m/s 일 때 PREQ 메시지 증가량의 차이가 크다는 것을 알 수 있다. 이는 노드의 이동속도가 증가 하면 MANETs 위상의 변화가 잦아지며, 이에 PEP는 최적의 PDP를 찾기 위해 능동적으로 PREQ 메시지를 보내는 것을 알 수 있다. 그림 8은 노드의 이동 속도 증가와 PDP수가 증가함에 따라 발생하는 총 COPS Connection 수를 나타낸다. PDP가 1개일 때 PDP는 MANETs 전체 노드들을 관리하기 때문에 위상의 변화가 생기더라도 PEP노드들은 새로운 PDP의 정보가 갱신되지 않으며, COPS Connection이 새롭게 일어나지 않는다. 그러나 PDP가 증가 할수록 하나의 PDP가 관리하는 영역의 크기가 작아지며, PEP가 영역의 범위를 벗어나는 경우 또한 많이 발생 한다. 이때 PEP가 PREQ 메시지를 이용하여 새로운 PDP를 발견하고 접속하기 때문에 COPS Connection이 증가 한다. 이와 같이 그림 10에서 PDP의 수가 증가하면 PDP의 관리 영역 크기가 작아지며, 이는 PREQ 메시지가 증가하는데 영향을 주는 이유이다.

그림 9와 그림 10은 DSDV 라우팅 프로토콜에서의 PDP 서버와 이동 노드의 속도 변화에 따른 PREQ 메시지와 COPS Connection의 변화를 보여 준다. 그림 7에서 노드의 이동속도와 PDP 수의 증가에 따른 PREQ 메시지 수와 그림 9의 PREQ 메시지 증가량의 변화가 비슷하다는 것을 알 수 있다. 또한 그림 8과 그림 10에서 역시 COPS Connection 수의 증가량 또한 비슷하다는 것을 알 수 있다.

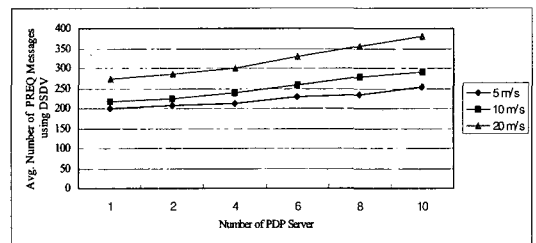


그림 9. DSDV에서 PDP의 수와 노드 이동속도 변화에 따른 PREQ(PDP Request) 메시지 수

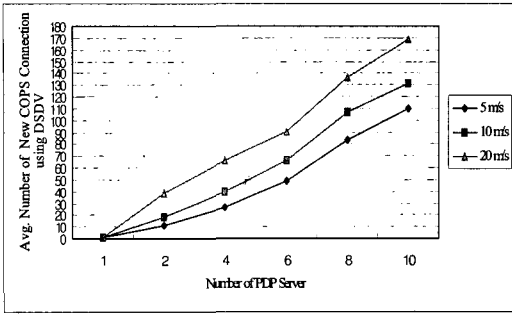


그림 10. AODV에서 PDP의 수와 노드 이동속도 변화에 따른 COPS Connection 수

두 번째 시나리오의 시뮬레이션 결과는 PDP에 장애가 발생했을 때 PEP가 얼마나 효과적으로 장애를 극복하는지를 나타낸다. PDP가 다운되면 PEP는 PDP와 연결이 끊어진 것을 감지하고 새로운 PDP를 찾기 위해 Active PDP Discovery Protocol의 PREQ 메시지를 이웃 노드들에게 보내고 정책 서비스를 받기 위해서 다른 PDP 서버를 찾는다.

그림 11은 노드를 20개로하고 60초에 PDP가 다운되면 PDP와 PEP들과 COPS Connection이 끊기고 PEP들은 새로운 PDP를 찾기 위해 PREQ 메시지를 보내기 때문에 PREQ 메시지가 60초에 65초 사이에 급격히 증가 한다. 그리고 75초가 지나면서 다시 정상적인 PREQ 메시지 발생량을 보인다. 그림 12와 그림 13은 각각 노드를 50개, 100개로하여 측정한 결과이며 60초에 PDP가 다운되면 PREQ 메시지가 급격히 증가 한다. 그림 11에서 발생한 PREQ 메시지 증가량에 비해 그림 12와 그림 13에서의 PREQ 메시지의 증가량에 차이를 보인다. 이러한 이유는 PDP가 3개로 고정 되어 있고 노드의 수를 50, 100개로 증가시키면 하나의 PDP가 관리해야 할 PEP의 수가 많아지기 때문에 이때 장애가 발생하면 PREQ 메시지의 발생 또한 증가하기 때문에 메시지 증가량에 차이를 보인다.

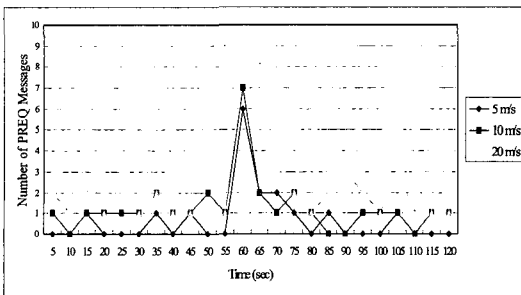


그림 11. PDP 장애 발생 시 PEP에게 미치는 영향

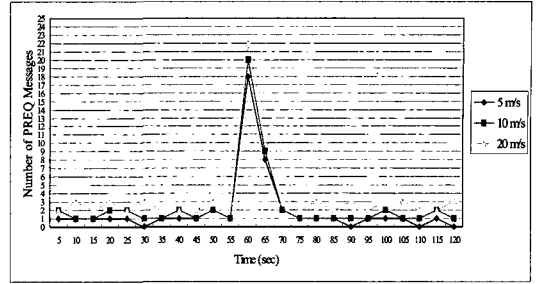


그림 12. PDP 장애 발생 시 PEP에게 미치는 영향

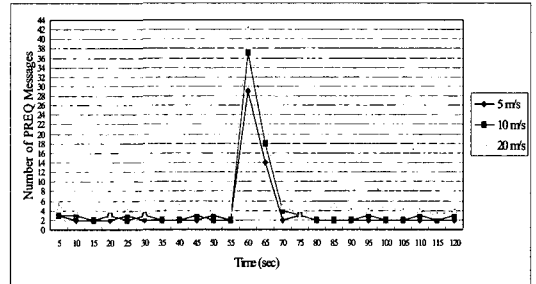


그림 13. PDP 장애 발생 시 PEP에게 미치는 영향

## V. 결론

본 논문은 MANETs에서 정책기반 망 관리를 위해 PDP들을 분산시키고 분산된 PDP를 능동적으로 발견하는 Active PDP Discovery Protocol과 PDP가 이동하는 PEP들을 감지하여 관리할 수 있도록 COS-PR Protocol을 확장하였다. 그리고 NS2를 이용하여 시뮬레이션을 하였다.

첫 번째 AODV와 DSDV 라우팅 프로토콜에서 시뮬레이션 한 결과는 이동 노드의 속도가 5, 10, 20 m/s 으로 증가할수록 위상의 변화가 빈번히 발생하고 이로 인해서 PREQ 메시지와 COPS Connection이 증가하였다. 즉 이 과정은 위상이 변화하면 MANETs의 상태가 변하기 때문에 PEP는 이를 감지하여 능동적으로 PDP를 찾아 접속함으로써 정책 서비스를 효율적으로 받을 수 있었다. 또한 MANETs의 대표적인 두 라우팅 프로토콜에서의 시뮬레이션 결과에 차이가 크게 없었다는 것을 알 수 있었다. 이와 같이 라우팅 프로토콜에 변화에 영향을 받지 않고 MANETs에서 정책기반 망 관리를 효율적으로 할 수 있었다. 두 번째 시뮬레이션 결과는 제한한 매커니즘에서 PDP에 장애가 발생했을 때 PEP들이 이를 극복할 수 있는가를 실험 하였다. 그 결과 PDP 서버가 다운되면 PEP와 COPS Connection이 끊어지고 PEP는 이를 감지하여 새로

운 정책 서비스를 받기 위해 새로운 PDP를 찾아 접속하였다. 이는 PDP에 장애가 발생하더라도 PEP들은 새로운 PDP를 찾아 접속함으로써 정책 서비스를 계속적으로 받을 수 있다는 것을 알 수 있었다.

본 논문에서 제안한 정책기반 망 관리 메커니즘은 라우팅 프로토콜에 독립적이고, 장애 발생 시 빠르게 대처함으로써 MANET에서 효과적인 정책기반 망 관리를 할 수 있다.

참 고 문 헌

[1] Mobile Ad hoc C. Siva Ram Murthy, B.S. Manoj, "Ad Hoc Wireless Networks Architectures and Protocols", Prentice Hall PTR, May 24, 2004.

[2] D. Chalmers, M. Sloman, "A survey of Quality of Service in mobilecomputing environments", IEEE Communications Survey, Second Quarter (1999).

[3] S. Chakrabarti, A. Mishra, "QoS issues in ad hoc wireless networks", IEEE Communication Magazine 39 (2) (2001) 142-148.

[4] The IETF Policy Framework Working Group: Charter available at the <http://www.ietf.org/proceedings/02nov/166.htm>

[5] Leonidas Lymberopoulos, Emil Lupu, Morris Sloman, "An Adaptive Policy Based Management Framework for Differentiated Services Networks", Policy 2002, June 2002.

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

[7] S. Herzog et. al., "COPS Usage for RSVP", IETF RFC 2749, Jan. 2000.

[8] K. Chan et al., "COPS usage for Policy Provisioning(COPS-PR)", IETF RFC 3048, March 2001.

[9] K. Phanse, L. Dasilva, "Extending Policy-Based Management to Ad Hoc Networks", Virginia Polytechnic Institute and State University, IREAN Research Worksop-2003, April 2003.

[10] K. Phanse, L. Dasilva, "Protocol Support for Policy-Based Management of Mobile Ad Hoc Networks", NOMS 2004, PP. 3-16, April 2004.

[11] NS2 <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>

[12] CMU Monarch Project's <http://www.monarch.cs.cmu.edu/cmuns.html>

[13] 배성수, 한종수, "네트워크 시뮬레이터 (NS2 기초와 활용)", 도서출판 세화, p438, 2005년 2월.

[14] C. Perkins, E. Belding-Royer, S. Das. "Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing", IETF RFC 3561, July 2003.

[15] Guoyou He, "Destination-Sequenced Distance Vector (DSDV) Protocol", <http://citeseer.ist.psu.edu/531710.html>

이 경 진 (Kyung-Jin Lee)

준회원



2004년 2월 제주대학교 컴퓨터 공학과(공학사)  
 2006년 2월 제주대학교 컴퓨터 공학과(공학석사)  
 <관심분야> 정책기반 네트워킹, Ad hoc Network

송 왕 철 (Wang-Cheol Song)

정회원



1986년 2월 연세대학교 식품 공학과(공학사)  
 1989년 3월 연세대학교 전자 공학과(공학사)  
 1991년 3월 연세대학교 전자 공학과(공학석사)  
 1991년 9월~1995년 8월 연세대학교 전자공학과(공학박사)  
 2001년 2월~2002년 1월 University of Western Ontario, Postdoctoral Fellow  
 1996년 3월~현재 제주대학교 통신컴퓨터공학부(부교수)  
 <관심분야> 망관리, 인터넷 QoS, 정책기반 네트워킹, USN