

다중 인터넷 게이트웨이를 갖는 MANET의 부하 균등화 기법

김 영 민[†] · 안 상 현^{**} · 임 유 진^{***} · 유 현^{****} · 이 재 훈^{*****}

요 약

이동 애드 혹 네트워크(Mobile Ad Hoc Network; MANET)는 유선 인프라 없이 구축된 무선 네트워크로 멀티 홉 통신을 수행할 수 있다. 인터넷 노드와 통신하고자 하는 MANET 노드에게 인터넷 연결을 가능하게 하는 방법이 요구되며 인터넷 연결은 인터넷과 MANET을 중계하는 인터넷 게이트웨이를 통해 지원된다. 신뢰성과 통신의 유연성을 지원하기 위해 다중 인터넷 게이트웨이들을 MANET에 배치하여 사용할 수 있다. 게이트웨이들 간의 부하를 잘 분배한다면 네트워크 성능 향상을 얻을 수 있으므로, MANET 내에 여러 개의 인터넷 게이트웨이가 존재할 경우 이들 간의 부하 균등화는 중요한 이슈이다. 본 연구에서는 부하 균등화 기법을 제어 메시지의 플러딩 방법과 인터넷 게이트웨이를 선택하는 주체에 따라 4가지로 분류하며, 부하 균등화 문제를 해결하기 위한 새로운 메트릭(metric)을 제안한다. 시뮬레이션을 통하여 홉 수와 라우팅 엔트리의 수를 메트릭으로 이용하는 새로운 기법의 성능이 기존 기법에 비하여 향상되었음을 보인다.

키워드 : 부하 균등화, 인터넷 게이트웨이, 인터넷 연결성

Load Balancing Schemes in the MANET with Multiple Internet Gateways

Youngmin Kim[†] · Sanghyun Ahn^{**} · Yujin Lim^{***} · Hyun Yu^{****} · Jaehwoon Lee^{*****}

ABSTRACT

A mobile ad hoc network (MANET) is an infrastructureless wireless network that supports multi-hop communication. For the MANET nodes wishing to communicate with nodes in the wired Internet, the global Internet connectivity is required and this functionality can be achieved with the help of the Internet gateway. For the support of reliability and flexibility, multiple Internet gateways can be provisioned for a MANET. In this case, load-balancing becomes one of the important issues since the network performance such as the network throughput can be improved if the loads of the gateways are well-balanced. In this paper, we categorize the load-balancing mechanisms and propose a new metric for load-balancing. Simulation results show that our proposed mechanism using the hop distance and the number of routing table entries as a load-balancing metric enhances the overall network throughput.

Key Words : Load Balancing, Internet Gateway, Internet Connectivity

1. 서 론

MANET은 기지국과 같은 인프라를 요구하지 않는 멀티 홉 무선 네트워크이다. 이동 노드들 간의 데이터 교환을 위해 MANET을 이용하면 낮은 비용으로 제한된 범위의 네트워크를 구성할 수 있다. MANET을 인터넷과 연동시키기 위하여 인터넷 게이트웨이(Internet Gateway; IGW) 개념이 소개되었으며, 이는 MANET과 유선 인터넷 망을 연결함으로써 MANET 이동 노드(mobile node; MN)들에게 인터넷 연결을 제공한다. (그림 1)은 본 논문에서 고려하고 있는 멀티

홉 액세스 망의 예를 보인 것이다.

MANET에서의 인터넷 연결 제공에 관한 이슈는 핸드오버와 적절한 IGW 발견 기법이다. MN들은 이동성을 가지므로 노드의 데이터 전송 중 현재 IGW의 범위를 벗어나면 새로운 IGW로의 연결이 요구되며 이때 핸드오버가 수행된다. 기존에 많이 연구되었던 단일 홉 액세스 네트워크에서의 핸드오버와 달리 본 논문에서 고려하는 다중 홉 액세스 네트워크에서의 핸드오버는 보다 복잡한 문제를 지닌다. IGW의 통신 범위 내에 있지 못한 MN들은 다른 MN들의 중계를 통하여 IGW에 연결되므로 단일 홉 액세스 네트워크에서 사용하는 신호 세기에 의한 핸드오버 방식은 적합하지 않다. 따라서 다중 홉 액세스 네트워크에서의 핸드오버는 통신 당사자 노드나 중계 노드의 이동으로 인하여 통신 경로가 더 이상 유효하지 않은 경우에 발생한다. 본 논문에서는 노드의 이동성이 낮은 경우를 가정하였으므로 핸드오버 문제는 다루지 않는다.

※ 본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업의 일환으로 추진되고 있는 정보통신부의 유비쿼터스 컴퓨팅 및 네트워크 원천기반기술 개발사업의 지원에 의한 것이다.

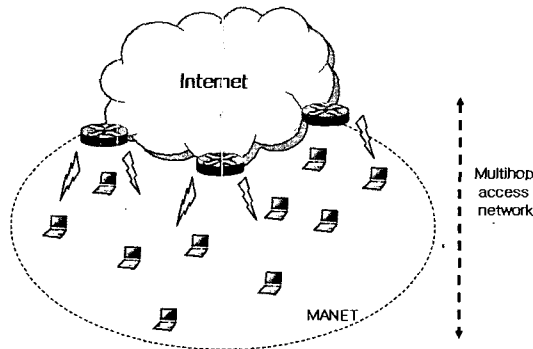
† 준 회 원 : 서울시립대학교 컴퓨터통계학과 박사과정

** 정 회 원 : 서울시립대학교 컴퓨터과학부 교수(교신저자)

*** 정 회 원 : 수원대학교 정보미디어학과 전임강사

**** 준 회 원 : 서울시립대학교 컴퓨터통계학과 석사과정

***** 종신회원 : 한국인터넷포럼 운영위원, 동국대학교 정보통신공학과 부교수
논문접수: 2006년 5월 13일, 심사완료: 2006년 7월 2일



(그림 1) 멀티 홉 액세스 망

IGW 발견 기법은 MN이 인터넷 연결을 위하여 적절한 IGW를 찾아내는 것을 의미하며 이는 다음과 같은 두 가지 종류로 나누어 볼 수 있다[1].

- Reactive discovery

MN은 요청(solicitation) 메시지를 MANET에 브로드캐스트함으로써 IGW 정보를 얻을 수 있다. MN의 요청 메시지를 수신한 IGW는 응답으로 자신의 정보를 해당 노드에게 전달한다.

- Proactive discovery

모든 IGW들은 주기적으로 자신들의 정보를 MANET에 브로드캐스트한다. 인터넷 연결이 필요한 MN은 과거에 수신한 IGW 정보들을 기반으로 자신이 사용할 IGW를 선택하면 된다.

위와 같은 두 가지 방법 이외에도 reactive 방식과 proactive 방식의 장점을 취한 hybrid 방식도 제안되었다[2].

부하 균등화는 다중 IGW들을 이용한 인터넷 연결 지원에서 다루어져야 하는 중요한 문제이다. IGW들 간의 부하 균등화가 잘 이루어진다면 네트워크 성능이 향상될 수 있다. 본 논문에서는 다중 IGW들의 부하를 분산시켜 네트워크의 전송률을 향상시키기 위한 IGW 발견 기법들을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 관련 연구들에 대해서 살펴보고, 3장에서는 부하 균등화 문제를 해결하기 위한 기법들을 기술하며, 4장에서는 시뮬레이션을 통하여 성능 분석을 수행하며, 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

[1]에서는 IPv6 기반 MANET 환경에서 인터넷 연결을 위한 글로벌 주소를 할당하는 과정과 MN이 인터넷 노드와 어떻게 통신할 수 있는지에 대해서 다루었다. 모든 IGW들은 자신의 IP prefix, prefix 길이, 라이프타임과 같은 정보를 IGW 광고(advertisement) 메시지에 담아 MANET 내로 브로드캐스트하며, MN은 이 광고 메시지들을 수신하여 이용 가능한 IGW들을 발견한다. IGW들은 광고 메시지를 주기적으로 브로드캐스트하거나, IGW 요청 메시지에 대한 응답

로 전송할 수 있다. 이러한 IGW 요청 및 광고 메시지를 전달하기 위하여 Neighbor Discovery Protocol (NDP)[3]을 이용한 방법과 MANET 라우팅 프로토콜을 이용한 방법을 제시하였다. IGW로부터 IGW 광고 메시지를 수신한 후 IGW의 prefix 주소를 사용하여 MN의 글로벌 주소를 생성하며, 이 주소를 이용하여 IGW를 통해 인터넷 노드와 통신할 수 있다. MN에서 둘 이상의 IGW 광고 메시지를 수신하는 경우 첫 번째 수신된 메시지의 IGW 정보를 선택하게 된다.

모든 MN과 IGW들이 MANET 내에 고르게 분포하는 경우 가장 먼저 수신된 광고 메시지를 이용하여 좋은 성능을 얻을 수 있다. 그러나 실제 환경에서 노드들은 특정 IGW 주변에 더 높은 밀도로 위치할 수 있으며, 다른 IGW들에는 트래픽 부하가 낮은 상황에서 특정 IGW에게만 높은 부하가 집중될 수도 있다. 따라서 [4][5][6]에서는 이러한 부하 균등화 문제를 해결하기 위한 기법들을 제시하였다.

[4][5]에서 제안하는 부하 균등화 기법은 IGW의 전체 대역폭 중에서 현재 사용 중인 부하를 측정된 값을 load index(LI)로 정의하여, LI가 가장 큰 IGW와 가장 작은 IGW 사이의 차이(Load Balance Index; LBI)를 최소화(Minimum Load Index; MLI) 하는 것을 목표로 한다. 그러나 특정 IGW에 부하가 집중된 상황에서 LBI를 최소화하기 위해 많은 노드들이 더 먼 거리에 있는 IGW를 이용해 통신한다면 전체 망의 전송률을 높이는 측면에서 더 나쁜 결과를 초래할 수 있다.

[6]에서는 다중 인터페이스를 가진 MANET 노드들 중의 일부가 동적으로 IGW의 역할을 수행할 수 있으며, 그 수를 망의 상황에 맞게 조절할 수 있는 방법을 제안하였다. 인터넷에 접속하고자 하는 MN은 거리상 가깝고 부하가 적은 동적 IGW를 선택한다. 이 기법에서는 동적 IGW의 수를 변경할 수 있으므로 IGW의 수에 따른 망 성능 향상에 주안점을 두었다.

3. 다중 인터넷 게이트웨이를 갖는 MANET의 부하 균등화 기법

본 논문에서는 IGW들이 고정되어 있고, 이동 노드들은 특정 지역 주변을 배회하는 수준의 이동성을 가진 상황을 전제로 한다. 인터넷 연결을 원하는 MN들은 다중 IGW들 중에서 어떤 IGW를 선택할지를 결정하여 전체 MN들의 인터넷 통신 전송률을 높이는 것을 목표로 한다. 인터넷 연결을 위한 기본적인 MN과 IGW들의 동작 방식은 [1]을 따른다.

제안한 부하 균등화 기법을 설명하기에 앞서, <표 1>과 같이 부하 균등화 기법들을 4가지로 나눈다. MN의 인터넷 연결을 위한 IGW 선택 주체에 의해 분류하면, MN에 의한 IGW 선택 방법과 IGW들에 의한 IGW 선택 방법으로 나눌 수 있다. 또한, 라우팅 제어 메시지의 플러딩에 제한이 있는가에 따라, 범위 확장 검색(Expanding Ring Search; ERS)과 최대 TTL 플러딩(Maximum TTL Flooding; MTF)으로 나눌 수 있다. ERS 방식을 이용할 경우 일정 범위 내의

〈표 1〉 부하 균등화 기법의 종류

| Selection of an IGW Flooding scheme | Selected by a MN (SMN) | Selected by an IGW (SIGW) |
|--|------------------------|---------------------------|
| Expanding Ring Search (ERS) | SMN-ERS | SIGW-ERS |
| Maximum TTL Flooding (MTF) | SMN-MTF | SIGW-MTF |

IGW들 중에서 가장 좋은 IGW를 선택할 수 있으며, MTF 방식에서는 MANET 내의 모든 IGW들 중에서 가장 좋은 IGW를 선택할 수 있다.

3.1 SMN

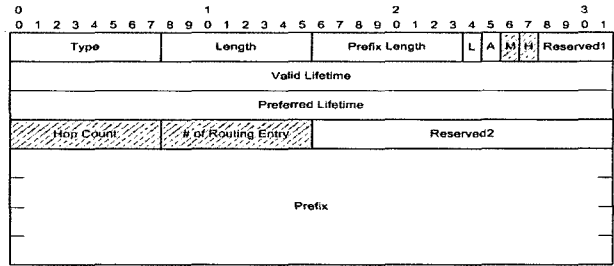
MN에서 인터넷 연결을 위한 IGW를 결정할 수 있도록 하기 위해 IGW들의 광고 메시지에 부하 균등화를 위한 추가적인 정보를 포함해야 한다. 광고 메시지는 MN의 요청 메시지를 수신한 후 전송될 수도 있고 요청 없이 주기적으로 전송될 수도 있다.

MN에서는 여러 IGW들로부터 하나 이상의 광고 메시지를 수신할 수 있으므로 첫 번째 광고 메시지를 수신하면 타이머(TIMER_MN)를 작동시켜 일정 시간 내에 수신되는 광고 메시지들 중에서 식 1의 IGW_i^C 값이 가장 작은 IGW를 선택한다. 둘 이상의 IGW들이 같은 값을 갖는 경우 먼저 수신된 광고 메시지를 선택한다. MANET 내의 임의의 IGW인 i 에 대한 메트릭 값인 IGW_i^C 는 다음과 같이 정의된다.

$$IGW_i^C = k \cdot H + R, \quad i \in G \quad (1)$$

H 는 MN에서 IGW까지의 홉 수를 의미하고 k 는 H 에 대한 가중치로 사용되며, R 은 IGW의 라우팅 엔트리 수를 나타낸다. IGW들의 부하가 낮은 상황에서는 R 값이 작을 것이므로 IGW_i^C 에 대한 홉 수(H)의 영향력이 크지만, IGW들 간의 부하에 불균형이 발생하기 시작하면 점차 R 값의 영향력이 커진다. 따라서 인터넷에 새로 접속하고자 하는 노드는 낮은 부하를 가진 IGW를 선택하게 되며, IGW들 간의 트래픽 부하가 분산되게 된다.

H 와 R 정보를 IGW 광고 메시지에 포함시키기 위하여 IGW에 대한 정보를 담고 있는 IGW 광고 메시지의 prefix 정보 옵션[1, 3]을 (그림 2)와 같이 수정한다. M 플래그를 설정하여 홉 수(Hop Count)와 라우팅 엔트리의 수(# of Routing Entry)의 값을 유효화한다. IGW 요청 메시지에 의해 IGW 광고 메시지를 전송하는 경우, 이미 IGW 요청 메시지에서 홉 수 정보를 얻을 수 있으므로 IGW 광고 메시지에 해당 홉 수를 기록하고 변경되지 않도록 하기 위해 H 플래그를 0으로 설정한다. 주기적인 IGW 광고 메시지 전송 시에는 IGW에서 MN 사이의 홉 수를 알지 못하므로 H 플래그를 1로 설정하여 IGW에서 MN까지 전달되는 과정에서 매 홉마다 홉 수를 증가시킨다.



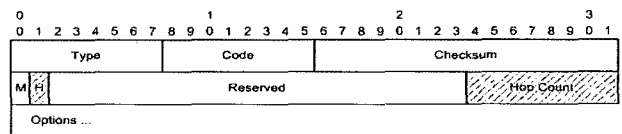
(그림 2) IGW 광고 메시지의 prefix 정보 옵션에 대한 수정

3.2 SIGW

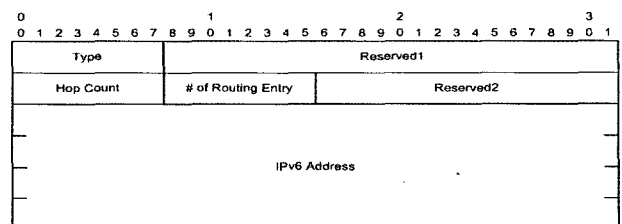
이 방법에서 MANET 내의 모든 IGW들은 IGW_i^C 값을 공유하며, 가장 작은 값을 가진 IGW만이 IGW 광고 메시지를 전송한다. IGW_i^C 을 계산하기 위해 IGW들이 기본적으로 가지고 있는 R 정보에 추가적으로 H 정보를 획득해야 한다. 이를 위해 (그림 3)과 같이 라우터 요청(modified router solicitation) 메시지[1]를 수정하였으며, MN에서 IGW까지의 홉 수를 기록하기 위한 필드를 추가한 메시지를 MN의 IGW 요청 메시지로 사용한다. MN에서는 H 플래그를 설정하여 IGW 요청 메시지를 전송하는 과정에서 홉 수를 매 홉마다 1씩 증가시킬 수 있다.

이 IGW 요청 메시지를 수신한 IGW들은 IGW 요청 메시지의 홉 수와 자신의 라우팅 테이블 엔트리 수를 이용하여 IGW_i^C 를 계산하고 IGW들 간에 공유하여 부하 균등화를 위한 IGW를 결정할 수 있다. IGW들 간의 정보 교환에는 유선망을 사용하여 무선 네트워크의 부담을 덜어 준다. 메트릭 정보를 교환하기 위하여 IGW들은 ALL_MANET_GW_MULTICAST[1]나 다른 임의의 멀티캐스트 주소를 이용하여 멀티캐스트 하거나, MANET 내의 각 IGW들에게 유니캐스트로 전송할 수 있다. 유선 인터넷에서 IGW 정보를 공유하는 방법에 대해서는 이 논문에서 다루지 않는다.

IGW들 간의 데이터 전송에는 (그림 4)와 같은 메시지 형식을 이용한다. 타입이 1(type-1)이면 IGW의 존재를 다른 IGW들에게 알리기 위한 것이며, 패킷의 소스 주소는 IGW



(그림 3) IGW 요청 메시지의 수정



(그림 4) IGW 시그널링 메시지 형식

의 무선 네트워크 인터페이스에 할당된 IPv6 주소이고, 목적지 주소는 ALL_MANET_GW_MULTICAST이다. (그림 4)에서의 "IPv6 Address"에는 IGW의 유선 망 인터페이스에 할당된 IPv6 주소를 설정하여 각 IGW들의 유무선 네트워크 인터페이스 주소를 파악할 수 있다. 이 메시지의 교환을 통해 각 IGW들은 MANET 내에 존재하는 다른 IGW들의 유무선 인터페이스 주소를 알 수 있다.

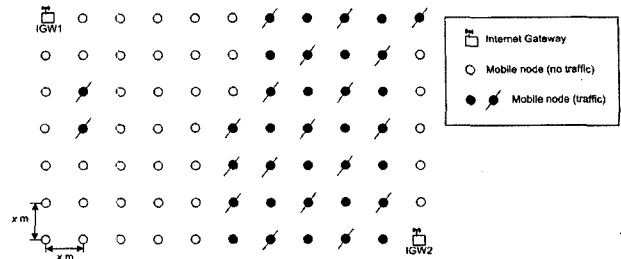
MN의 IGW 요청 메시지를 수신한 후, IGW에서는 홉 수, 라우팅 테이블 엔트리 수, MN의 주소를 (그림 4)의 "Hop Count", "# of Routing Entry", "IPv6 Address" 필드에 설정하여 다른 IGW들에게 유선 망으로 전송하기 위해서 타입에 2(type-2)를 할당한다. IGW 요청 메시지 수신 후 IGW는 타이머(TIMER_IGW)를 설정하여 다른 IGW들에서 IGW 시그널링 메시지를 보낼 때까지 일정 시간을 기다린다. 일정 시간이 지난 후 그 때까지 수집된 IGW_i^C 값 중에서 자신의 IGW_i^C 값이 가장 작은 IGW만이 MN에게 IGW 광고 메시지를 보내며, 그렇지 않은 경우는 IGW 요청 메시지를 무시한다. 만일 일정 시간 동안 어떠한 IGW 시그널링 메시지도 수신하지 않으면 자신의 정보를 IGW 광고 메시지에 담아 MN에게 전달한다.

IGW에서 MN에게 IGW 광고 메시지를 보낼과 동시에, 다른 IGW들에게도 자신이 IGW 광고 메시지를 보냈음을 알리기 위해 IGW 시그널링 메시지의 타입에 3(type-3)을, "IPv6 Address"에 MN의 주소를 설정하여 MANET 내의 다른 IGW들에게 유선망을 통해 전송한다. 따라서 다른 IGW들은 이미 해당 MN에 대한 IGW 광고 메시지가 전송된 것을 알게 되어 해당 MN의 IGW 요청 메시지를 무시한다. MN에서 하나 이상의 IGW 광고 메시지를 수신하는 경우 가장 먼저 도착한 것을 선택한다.

Type-2, type-3 IGW 시그널링 메시지의 "IPv6 Address" 필드에는 IGW 요청 메시지를 발생시킨 MN의 IPv6 주소를 할당하여, IGW 시그널링 메시지를 수신한 IGW에게 이 메시지가 어떤 MN에 대한 것인지 알 수 있도록 한다. Type-2, type-3 IGW 시그널링 메시지는 유선 네트워크를 통하여 같은 MANET에 속한 모든 IGW들에게 전송되며, 유선 인터넷에서의 통신 방법에 대해서는 이 논문에서 다루지 않는다.

4. 성능 평가

본 절에서는 ns-2[7]를 이용하여 제안한 4가지 부하 균등화 기법의 성능을 분석한다. 시뮬레이션을 위한 망으로 75개의 노드들로 구성된 (그림 5)의 망을 이용하였다. 각 노드들은 일정한 간격($x=100m$ or $150m$)으로 배치되며 인터넷 연결을 위한 IGW 두 개를 가장자리에 두었다. 색이 칠해진 트래픽을 전송하는 노드들을 IGW2 근처에 집중되도록 설정하였으며, 모든 트래픽은 IGW를 거쳐 인터넷 노드에게 전달되도록 하였다. MN들은 210 bytes의 패킷을 32 Kbps로 전송하며, 1초부터 10초까지 임의의 순서로 트래픽을 발생



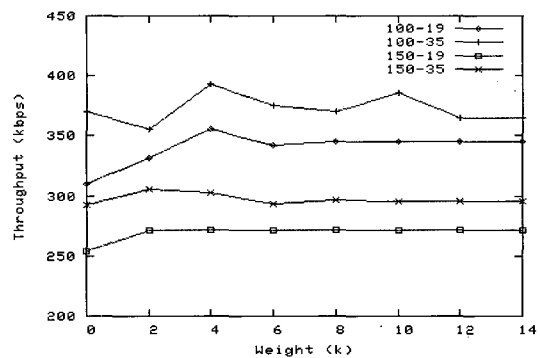
(그림 5) 시뮬레이션을 위한 망 구성

시키고 IGW 선택 후 AODV 경로 설정을 통하여 50초까지 인터넷 노드와 CBR 통신을 지속한다.

4.1 가중치 k의 결정

식 (1)에서 사용된 가중치 k 를 결정하기 위하여 망의 크기와 트래픽 전송 노드 수를 변경하면서 IGW1과 IGW2에서 처리하는 트래픽의 총량을 측정하였다. 부하 균등화 기법으로는 SIGW-ERS 기법을 이용하였으며, 망의 크기를 조정하기 위하여 x 값으로 100m와 150m를 설정하였다. 전송 노드의 수는 35개의 모든 트래픽 전송 노드들이 전송하는 경우와 19개의 선이 그어진 노드들이 트래픽을 전송하는 경우로 나누어 실험하였다.

(그림 6)은 가중치 k 가 전송률에 미치는 영향을 보인다. 전송률은 IGW1과 IGW2의 무선 인터페이스로 수신된 트래픽의 전송률을 나타내며, "100-19"는 x 를 100m로, 트래픽 전송 노드를 19개로 한 망을 의미한다. 노드들의 간격이 100m인 망에서는 트래픽을 전송하는 노드 수에 관계없이 k 값이 4인 경우 총 전송률 값이 가장 크며, 노드들의 간격이 150m인 망에서는 k 값이 2인 경우가 가장 높은 전송률을 보이지만 4인 경우와 큰 차이를 보이지 않는다. x 를 150m로 한 망은 100m로 한 망보다 IGW까지의 평균 홉 수가 증가하여 더 작은 가중치로 부하 균등화 효과를 얻을 수 있다. k 값이 6보다 큰 경우에는 k 값이 전체 메트릭에 미치는 영향이 충분히 커져서 k 값이 증가하더라도 더 이상의 성능 향상을 얻을 수 없었다. MANET의 크기나 밀도가 변함에 따라 최적의 가중치 k 값은 변할 수도 있다. 앞으로의 성능 분석에서는 4가지 부하 균등화 기법의 비교를 위한 k 값으로 4를 이용한다.

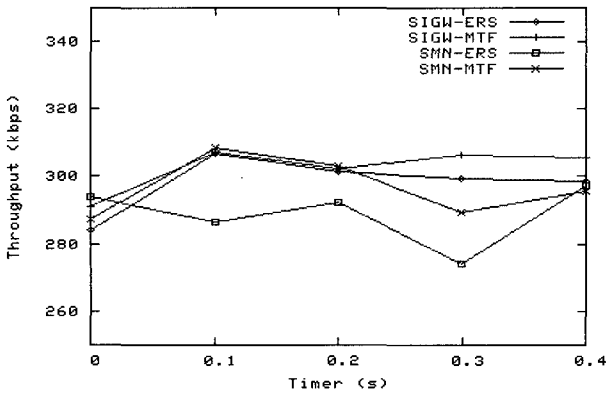


(그림 6) 가중치의 변화에 따른 전송률

4.2 네 가지 부하 균등화 기법의 성능 비교

식 (1)에서의 IGW_i^C 를 이용하는 네 가지 부하 균등화 기법의 성능을 분석하기 위해 타이머 값의 변화에 따른 전송률을 측정했다. 실험장은 x 를 150m로 하고, 35개의 색이 칠해진 노드들이 모두 트래픽을 발생하도록 했다. 타이머 값이 크면 더 많은 IGW들을 인터넷 연결 지원의 고려 대상으로 사용할 수 있으나 IGW 정보들을 수집하기 위해 더 많은 시간을 소모하게 된다. 타이머 값을 작게 하면 기다리는 시간은 줄지만, 일정 범위 내의 IGW들만을 대상으로 하여 인터넷 연결을 위한 IGW를 선택하므로 부하 균등화를 위한 최적의 IGW를 선택하지 못할 수도 있다.

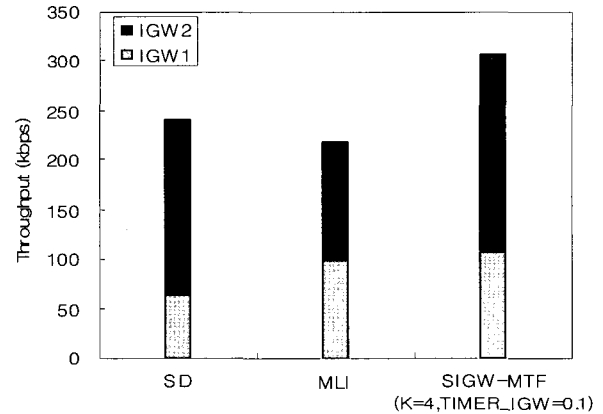
(그림 7)에서 SMN-ERS가 가장 낮은 성능을 보이며, 그 이유는 전체 MANET 내에서 IGW_i^C 값이 가장 작은 IGW보다는 홉 수가 가장 작은 IGW를 선택하는 확률이 다른 방법들보다 높기 때문이다. SIGW-MTF는 타이머 값의 변화에 관계없이 일정한 전송률을 유지하며, 전반적인 성능에 있어서 가장 좋다. 그 이유는 IGW 광고 메시지가 모든 IGW들에게 전송되며 유선망을 통하여 빠른 시간 내에 가장 좋은 IGW를 선택할 수 있기 때문이다. 시뮬레이션 결과, SMN-ERS를 제외한 나머지 모든 방법에서 0.1초의 타이머를 사용하는 경우에 가장 좋은 전송률을 얻었다.



(그림 7) 네 가지 부하 균등화 기법의 성능 비교

4.3 기존 연구와의 성능 비교

(그림 8)에서는 MN에서 가장 짧은 거리(Shortest Distance; SD)에 있는 IGW를 인터넷 연결을 위한 IGW로 선택하는 방법과 [4][5]에서 제안된 MLI 기법을 SIGW-MTF 방법과 비교하였다. SD 기법은 부하 균등화를 고려하지 않으며 가장 가까운 거리에 있는 IGW를 선택한다. MLI 기법은 가장 부하가 적은 IGW를 선택하므로 먼 거리에 있는 IGW를 선택할 수 있어 결과적으로 전체적인 전송률에서는 더 낮은 성능을 보이며, SIGW-MTF 방법에서는 홉 수와 라우팅 테이블 엔트리의 수를 모두 고려하여 SD나 MLI 기법보다 높은 전송률을 보인다.



(그림 8) 기존 연구와의 성능 비교

5. 결론

MANET과 인터넷을 연결하는 IGW를 이용하여 MANET 내의 MN들은 인터넷 노드와 통신할 수 있다. 여러 개의 IGW를 통하여 인터넷과 연결된 MANET에서 대부분의 통신은 인터넷 상의 노드들과 이루어질 것이므로, IGW들 간의 부하를 잘 분배하여 망을 효율적으로 운영해야 한다. 본 논문에서는 다중 IGW를 갖는 MANET에서 부하가 집중된 IGW의 부담을 덜어 주면서 전체 망의 전송률을 높이기 위한 네 가지 부하 균등화 기법을 제안하였다.

시뮬레이션을 수행함으로써, SIGW-MTF 방법이 다른 세 가지 방법들보다 더 높은 성능을 보임을 알 수 있었으며 다른 메트릭을 이용하는 기존 연구들보다 제안된 기법이 더 높은 전송률을 얻음을 보였다.

참고 문헌

- [1] R. Wakikawa, J. T. Malinen, C. E. Perkins, A. Nilsson and A. J. Tuominen, "Global Connectivity for IPv6 Mobile Ad Hoc Networks," IETF Internet-draft, draft-wakikawa-manet-globalv6-04.txt, July, 2005.
- [2] P. Ratanchandani and R. Kravets, "A Hybrid Approach to Internet Connectivity for Mobile Ad Hoc Networks," WCNC 2003, Vol. 3, pp. 1522-1527, March, 2003.
- [3] T. Narten, E. Nordmark and W. Simpson, "Neighbor Discovery for IP Version 6 (IPv6)," RFC 2461, IETF, Dec., 1998.
- [4] C. Huang, H. Lee and Y. Tseng, "A Two-Tier Heterogeneous Mobile Ad Hoc Network Architecture and its Load-Balance Routing Problem," pp. 2163-2167, IEEE VTC, Oct., 2003.
- [5] Y. Hsu, Y. Tseng, C. Tseng, C. Huang, J. Fan and H. Wu,

“Design and Implementation of Two-tier Ad Hoc Networks with Seamless Roaming and Load-balancing Routing Capability,” pp. 52-58, IEEE QSHINE, Oct., 2004.

[6] J. H. Zhao, X. Z. Yang and H. W. Liu, “Load-balancing Strategy of Multi-gateway for Ad hoc Internet Connectivity,” pp.592-596, IEEE ITCC, 2005.

[7] The Network Simulator, NS-2, <http://www.isi.edu/nsnam/ns>.



김 영 민

e-mail : blhole@venus.uos.ac.kr

1999년 2월 서울시립대학교
컴퓨터통계학과 학사

2001년 2월 서울시립대학교
컴퓨터통계학과 석사

2002년 3월~현재 서울시립대학교
컴퓨터통계학과 박사과정

관심분야: MANET 라우팅 프로토콜, MANET과 인터넷 연결



안 상 현

e-mail : ahn@uos.ac.kr

1986년 서울대학교 컴퓨터공학과(학사)

1988년 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과
(석사)

1989년 University of Minnesota 컴퓨터
학과(박사)

1988년 (주)데이콤 연구원

1994년 세종대학교 컴퓨터학과 전임강사/조교수

1998년~현재 서울시립대학교 컴퓨터과학부 조교수/부교수

관심분야: 애드혹 네트워크, 센서 네트워크, 홈 네트워크, 이동
통신, 라우팅 프로토콜 등



임 유 진

e-mail : yujin@suwon.ac.kr

1995년 숙명여자대학교 전자계산학과(학사)

1997년 숙명여자대학교 대학원 전자계산
학과(석사)

2000년 숙명여자대학교 대학원 전자계산
학과(박사)

2000년 서울대학교 Post-Doc

2000년 서울시립대학교 연구교수

2003년 University of California Los Angeles, Post-Doc

2003년 삼성종합기술원 전문연구원

2004년~현재 수원대학교 정보미디어학과 전임강사

관심분야: 센서 네트워크, 애드혹 네트워크, 홈 네트워크 등



유 현

e-mail : finalyu@venus.uos.ac.kr

2005년 2월 천안대학교 컴퓨터학과(학사)

2005년 3월~현재 서울시립대학교

컴퓨터통계학과 석사과정

관심분야: MANET, Routing



이 재 훈

e-mail : jaehwoon@dongguk.edu

1985년 2월 한양대학교 전자공학과 학사

1987년 2월 한국과학기술원 전기 및
전자공학과 석사

1995년 8월 한국과학기술원 전기 및
전자공학과 박사

1987년 3월~1990년 4월 데이콤 연구원

1990년 9월~1999년 2월 삼성전자 정보통신부문 선임연구원

2000년 3월~2000년 12월 삼성전자 자문교수

2000년 5월~현재 한국이더넷포럼 운영위원

1999년 3월~현재 동국대학교 정보통신공학과 부교수

관심분야: 초고속통신, 다중 액세스 프로토콜, 인터넷 프로토콜,
메트로 이더넷