

NS-2를 이용한 MANET의 주소 자동설정 기법의 성능분석 연구

김선화¹ · 고 빈¹ · 이규호^{1†}

Performance Analysis of an Address Auto-configuration Method Applying to Mobile Ad hoc Network Using NS-2

Sun Hwa Kim · Bin Go · Kyou Ho Lee

ABSTRACT

Simulation analysis may be the essential means to either evaluate performance of systems or optimize system parameters for new design. Including many variations for design and implementation, MANET (Mobile Ad-hoc NETWORK) is one target area of such an analysis. Since every node, however, included in the network has mobility, one MANET could be overlapped or merged with another one which use a different transport protocol. In order to communicate among nodes in this case, the new merged network should configure paths and addresses in advance. Configuring paths and addresses generates much overheads which ultimately cause delay in communicating data. Performance analysis is required to improve the data transport performance by minimizing overheads. This paper proposes a sound address auto-configuration method which is based on an on-demand manner and then presents modeling and performance analysis of the method. NS-2 simulation results verify that the proposed method can not only alleviate overheads, which are inevitably generated for address auto-configuration processes, and but also decentralize them in time.

Key words : MANET(Mobile Ad hoc NETWORK), Address Auto-configuration, DAD(Detection Address Duplicate), Interwork Node, Ad-hoc Network

요약

MANET(Mobile Ad-hoc NETWORK)은 실제 구현이나 동작과정에 많은 변수가 내재되어 있기 때문에 모델링 및 시뮬레이션 적용의 중요한 대상이 된다. MANET에서는 노드의 이동성으로 인해 다른 MANET과 중첩되거나 병합될 경우가 발생하며, 이 경우 다른 전달 방식을 가진 노드와의 통신을 위하여 새로운 경로 및 주소 설정이 선행되어야 한다. 이 과정은 새로 구성되는 네트워크에 있어서 오버헤드이기 때문에 이를 최소화하여 네트워크의 전달성능을 향상시킬 수 있도록 하기 위한 네트워크의 성능분석과 검증에 대한 연구가 필요하다. 본 논문에서는 오버헤드를 최소화할 수 있는 on-demand 방식의 주소 자동설정 기법의 제안과, 제안한 기법의 타당성과 성능 검증을 위한 모델링 및 성능분석 내용을 제시하였다. NS-2에 의한 시뮬레이션은 기존의 방법에 비해 제안한 방법이 오버헤드를 줄이고 또한 시간적으로 분산되는 결과를 보였다.

주요어 : 모바일 애드혹 네트워크, 주소 자동설정, 주소 중복 감지, 연동노드, 애드혹 네트워크

1. 서론

네트워크 시뮬레이션은 실제의 네트워크 환경을 가상적으로 구현함으로써 실제로 수행하기 어려운 신규 서비

스의 테스트, 네트워크 구성 변경과 같은 관리적인 측면의 작업들, 더 나아가서는 새로운 아이디어를 적용한 프로토콜의 성능 테스트와 같은 작업들을 미리 수행해 볼 수 있다는 면에서 커다란 이점을 가진다¹⁾.

이러한 네트워크 시뮬레이션을 위한 대표적 환경으로 NS-2(Network Simulator-2)가 널리 사용되고 있는데, 유닉스 및 리눅스 환경에서 최적으로 구동되고 윈도우 환경도 지원하며 유선이나 무선 네트워크에 모두 적용 가능하다는 장점이 있다. 또한 NS-2는 TCP, UDP, FTP, HTTP

2009년 7월 1일 접수, 2010년 8월 9일 채택

¹⁾ 인제대학교 정보통신공학과

주 저 자 : 김선화

교신저자 : 이규호

E-mail; ksh1228@gmail.com

등과 같은 TCP/IP 프로토콜이나, 라우팅 프로토콜, 멀티캐스팅 프로토콜, RTP(Real Time Protocol), SRN(Scalable Reliable Network) 등과 같은 다양한 인터넷 프로토콜을 시뮬레이션 과정에서 실제 동작과 동일하게 실행시킬 수 있다^[2-3].

MANET(Mobile Ad-hoc Network)은 이동성을 가진 노드들끼리 자율적으로 통신경로를 형성하고 서로 통신할 수 있는 네트워크로서^[4], 이를 구성하는 개개의 노드가 이동성을 갖는 무선통신방식으로 실제 구현이나 동작과정에 많은 변수가 내재되어 있기 때문에 모델링 및 시뮬레이션 적용의 중요한 대상이 되고 있다.

MANET은 동일한 전달 방식을 가진 노드들끼리 네트워크를 구성하는 것이 기본이지만, 노드의 이동성으로 인해 다른 MANET과 중첩되거나 병합될 수 있어 전달 방식이 다른 네트워크가 구성될 수도 있다. 이 경우 네트워크를 구성하는 일부 노드에 연동 기능을 부여함으로써 네트워크의 전체 전달성능을 향상시킬 수 있다^[5-6]. 이를 위해서는 동일한 전달 방식의 MANET 내에서 뿐만 아니라 서로 다른 전달 방식을 가진 MANET과도 서로 통신할 수 있어야 하며, 그러한 통신을 위해서 경로 및 주소 설정이 선행되어야 한다. 경로 및 주소 설정 과정은 네트워크의 구성에서 오버헤드로 작용하기 때문에, 이를 최소화하여 네트워크의 전달성능을 향상시킬 수 있도록 하기 위한 성능분석과 검증연구가 필요하다.

본 논문에서는 연동기능 노드가 포함된 MANET을 구성하고 서로 다른 데이터 전달 프로토콜을 가진 이종 MANET간의 데이터 통신을 위한 on-demand방식의 주소 자동설정 기법을 제안한 후, NS-2에 의한 모델링 및 시뮬레이션을 통하여 제안한 방법의 타당성과 성능을 검증한 결과를 제시한다.

2. 주소 설정 기법

2.1 주소 자동설정

주소 자동설정 기법은 크게 유선망에서 사용하는 방식인 DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)와 같은 “주소 정보를 유지하는(stateful) 기법”과 IPv6 SAA(Stateless Address Autoconfiguration)와 같은 “주소 정보를 유지하지 않는(stateless) 기법”으로 나눌 수 있다^[7]. DHCP와 같은 stateful 기법은 configuration server를 사용하는 기반구조 방식으로 기반구조를 사용하지 않는 ad-hoc구조의 MANET에 적용하기 어렵기 때문에^[8-9], IPv6 SAA의 DAD(Duplicate Address Detection)를 MANET

에 적용하기 위한 다양한 방법의 DAD가 제안되었다^[10-11].

DAD 는 노드가 생성한 주소에 대해 노드가 속해 있는 네트워크상에서 유일한 주소인지를 확인하는 기법이며, 대표적으로 Strong DAD와 Weak DAD가 있다. Strong DAD는 정해진 시간 내에 MANET 안에 주소 중복여부를 판단하기 위해 홉 수와 DAD 제어 메시지의 타이머를 사용하는 기법이다^[12]. Weak DAD는 Strong DAD의 문제점인 MANET의 분리와 병합에 의한 주소 충돌을 감지하기 위해 제안된 기법으로 IP 주소와 Key를 사용하여 망의 분리와 병합에 의한 주소 충돌을 감지한다. 하지만 Weak DAD 역시 Key 값을 저장하기 위한 확장으로 인해 프로토콜의 오버헤드가 발생하는 단점이 있다^[13].

2.2 MANET의 주소 자동설정 제안 기법

본 논문에서는 연동노드를 통한 다른 전달 방식을 가진 MANET과의 통신을 위해서 기존 주소 설정 기법인 IPv6 SAA기법을 기본으로 하여 AODV(Ad hoc On-demand Distance Vector)^[14] 프로토콜 기반의 DAD의 사용을 제안한다. 또한 주소 설정 시점을 사용자의 요구에 의해 이루어지게 하는 방법에 의하여 서로 다른 데이터 전달 프로토콜을 가진 이종 MANET간의 데이터 통신을 위한 주소 자동설정을 효율적으로 이루어지게 한다.

그림 1은 데이터 전달 프로토콜이 서로 다른 두 MANET간의 병합과 연동노드를 통한 이들 MANET간의 연동을 나타낸 것이다. 여기서 MANET#1과 #2를 구성하는 각각의 노드들은 MANET 내부에서 사용할 수 있는 유일한 주소가 이미 설정되어져 있어 각 MANET에서는 각기 노드들과 통신이 가능하다.

서로 독립된 MANET이 병합되어 연동노드를 통하여 상호 통신이 이루어지려면 각 MANET을 이루고 있는 노

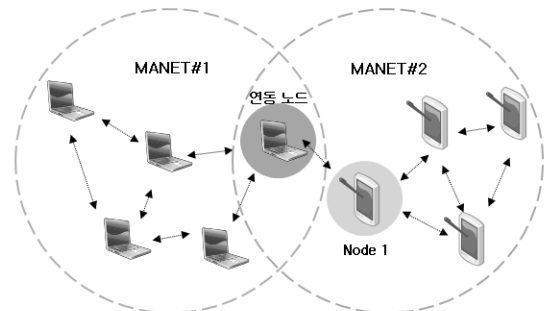


그림 1. 연동노드에 의한 데이터 전달 프로토콜이 다른 MANET간의 연동

드들은 자신의 네트워크 내부에서 뿐만 아니라 상대방의 네트워크에서도 사용가능한 유일한 주소가 설정되어야 한다. 이러한 경우의 주소 설정을 위해서는 Ruffino가 제안한 기법이 대표적이며, Ruffino기법에서는 게이트웨이가 prefix 정보를 라우팅 메시지에 삽입하여 전체 네트워크에 브로드 캐스팅하도록 되어 있는데^[15], 이는 주소 설정 초기에 필요이상의 네트워크 오버헤드를 발생시키는 문제점이 있다. 만약 prefix 정보를 요구가 있을 때만 전송하는 경우 주소 설정 요구패킷의 수 즉 오버헤드를 줄일 수 있을 뿐 아니라 시간적으로 분산되어 발생하게 할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 on-demand 방식의 주소 자동설정 기법을 제안한다.

그림 2는 본 논문에서 제안하는 제안기법 동작 흐름도이며, 제안하는 기법은 다음과 같다. 그림 1과 같이 연동노드 기능을 가지는 노드를 포함한 서로 다른 데이터 전달 방식을 가진 MANET이 병합되었을 때 연동노드는 게이트웨이 역할을 하게 된다. 먼저 연동노드는 Hello 메시지를 통해 자신과 가장 근접한 위치에 있는 Node 1을 감지하고, 이를 통해서 단계적으로 MANET#2 전체를 감지하게 된다. 연동노드는 자신의 네트워크에서 사용하던 prefix 정보를 새로운 Node 1에게 전달하고 prefix 정보를 얻은 Node 1은 새로운 prefix를 이용하여 새로운 주소를 생성하고 연동노드를 통하여 MANET#1을 상대로

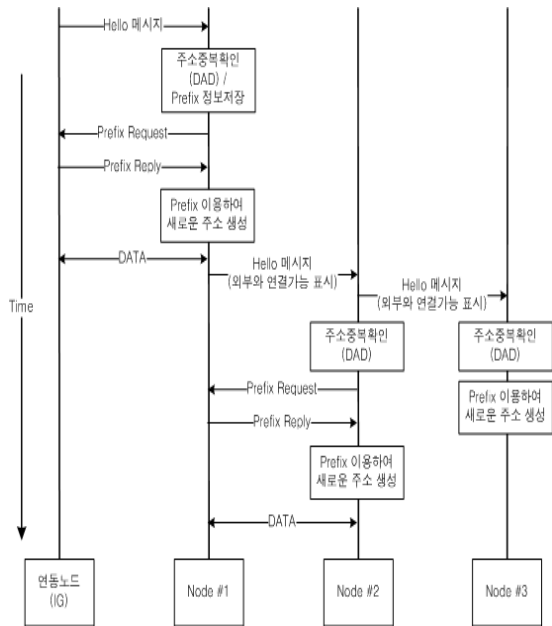


그림 2. 제안기법 동작 흐름도

DAD를 수행한다. 그 후 Node 1은 자신의 이웃노드들에게 Hello 메시지를 통해 자신이 prefix 정보를 알고 있는 노드임을 알려준다. Node 1의 Hello 메시지를 받은 이웃노드들은 자신의 이웃노드들에게 역시 Hello 메시지를 통해 Node 1이 prefix 정보를 알고 있는 노드임을 알려준다. 그 후 MANET#2의 Node 1을 제외한 나머지 노드들은 자신이 MANET#1로 통신을 해야 할 경우 prefix 정보를 알고 있는 Node 1에게 prefix를 요청하고 DAD를 수행한다.

3. 모델링 및 시뮬레이션

그림 3은 본 논문에서 제안하는 방식의 한 부분으로, 그림 1에서와 같이 노드 1이 연동노드(IG)를 Hello 메시지를 통해 발견하고 주소 설정이 이루어지는 부분의 흐름도의 일부이다.

주소 충돌을 감지하는 DAD를 AODV의 Hello 메시지를 받았을 때 주소를 비교하여 주소 충돌을 감지하여 새로운 주소를 생성하고 외부연결 여부에 따라 외부연결 가능한 노드의 주소를 저장하도록 하였다.

본 시뮬레이션에서는 prefix 정보의 요청과 수신을 위해서 기존 AODV 프로토콜에 presendRequest, prerecvRequest, presendReply, prerecvReply 메시지를 추가하였다. 그림 4는 prefix receive reply 메시지의 한 부분이

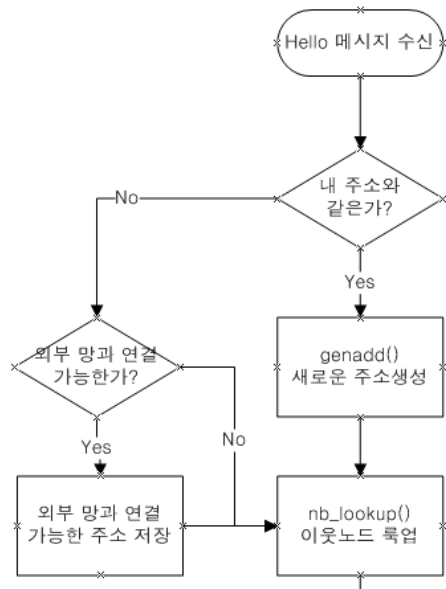


그림 3. NS-2에서 Hello 메시지 수신과 주소 자동설정 과정

```

if(ih->daddr() == index){
if(prefix_index != 0){
prefix_index = rp->prefix;
genadd();
}
}
Packet::free(p);
}
    
```

그림 4. Prefix receive reply (prerecvReply) code

```

while(sel){
temp = rand() % (ad + prefix_index+50);
if((temp > ad+prefix_index)&&
(temp < ad+prefix_index+50))
if(temp != index)
sel = 0;
else
sel = 1;
else
sel = 1;
}
index = temp;
if(prefix_index == 0)
key_index = 0;
}
    
```

그림 5. 새로운 주소 생성을 위한 code

다. prefix를 요청한 노드가 요청에 대한 응답으로 prefix를 수신하고 수신된 prefix를 이용하여 새로운 주소를 생성한다.

새로운 주소를 생성하는 genadd()코드는 그림 5와 같다. Prefix를 이용하여 prefix범위 내에서 기존 주소와 중복되지 않게 랜덤하게 주소를 생성한다.

또한 네트워크 시나리오 작성 시 본 논문에서 제안하는 주소 설정 시점을 설정해 주었는데, 트래픽 발생을 랜덤으로 하여 주소 설정 시점을 요구가 있을 때 만 이루어 지도록 하였다. 그리고 MANET의 특성에 맞게 각 노드는 NS-2에서 제공하는 유틸리티인 node- movement를 이용하여 각 노드들이 랜덤하게 이동 할 수 있는 모델을 만들어 노드들이 랜덤한 모빌리티를 가지고 이동하게 하였다.

4. 성능분석 결과

본 논문에서 제안한 연동노드를 포함하는 이중 MANET

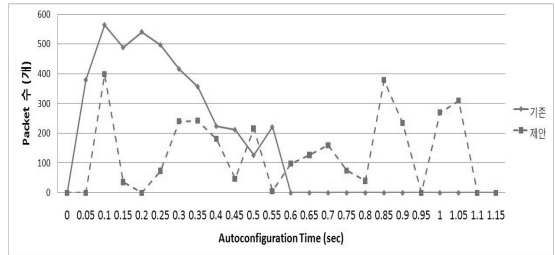


그림 6. 시간에 따른 패킷발생량

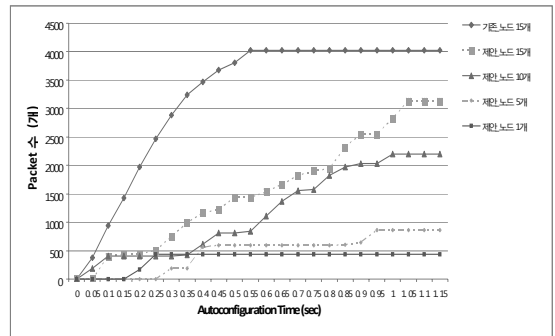


그림 7. 시간에 따라 발생하는 패킷 누적 발생량

간 주소 자동설정 기법에 대하여 시뮬레이션을 하였고 주소 설정 시 발생하는 패킷의 수를 성능평가의 지표로 사용하였다.

그림 6은 제안된 방법을 적용 하였을 경우의 시간에 따른 패킷발생량을 기존의 방법에서와 비교하여 나타낸 결과이며, 그림 7는 주소 설정을 요구하는 노드 수의 변화에 대하여 시간에 따라 발생하는 패킷누적발생량을 비교하여 나타낸 것이다.

그림 6을 통해서 볼 때, Ruffino가 제안한 기법(실선표기)에서는 많은 주소 설정 요구 패킷 발생량이 시뮬레이션 초기에 집중되는 반면, 본 논문에서 제안한 기법(점선표기)은 주소 설정을 요구하는 패킷 발생이 시간적으로 분산됨을 알 수 있다.

또한 그림 7에서와 같이, 주소 설정을 요구하는 노드의 수가 최대치보다 작은 경우는 물론, 동일한 최대치의 경우에도 Ruffino의 기법에 비해 본 논문에서 제안한 기법의 누적 패킷발생 수가 1/3가량 적은 것을 확인할 수 있다.

이와 같은 시뮬레이션 결과는 본 논문에서 제안한 기법이 Ruffino의 기법보다 오버헤드와 네트워크 성능 측면에서 우수함을 보이는 것이다. 이는 on-demand방식으로 필요한 경우에만 주소 재설정을 시도하기 때문에 기존의

전체 노드에 대한 주소 재설정을 완료한 후 데이터 전송을 하는 방법에 비해 네트워크의 통합 초기에 발생하는 주소 설정 요구 패킷량이 줄고, 또한 모든 노드가 데이터 전송을 시도하지 않기 때문에 주소 설정 요구의 전체 패킷량도 적어지기 때문이다.

5. 결 론

NS-2는 여러 가지 장점을 가지고 유선 및 무선 통신 네트워크의 분석연구에서 폭넓게 활용되고 있는 네트워크 모델링 및 시뮬레이션 환경이다.

MANET은 실제 구현이나 동작과정에 많은 변수가 내재되어 있기 때문에 모델링 및 시뮬레이션을 통한 분석연구의 중요 대상이다. MANET에서 경로 및 주소 설정 과정은 새로 구성되는 네트워크에 있어서 오버헤드로 작용하기 때문에 이를 최소화하여 네트워크의 전달성능을 향상시킬 수 있도록 하기 위한 네트워크의 성능분석과 검증에 대한 연구가 필수적이다.

본 논문에서는 연동기능 노드가 포함된 MANET을 구성하고 서로 다른 데이터 전달 프로토콜을 가진 이종 MANET간의 데이터 통신을 위한 on-demand방식의 주소 자동설정 기법을 제안하고, NS-2에 의한 모델링 및 시뮬레이션을 통하여 제안한 방법의 타당성 및 성능 검증 결과를 제시하였다.

시뮬레이션 결과, 제안한 방법에 의한 주소 설정 시 발생하는 패킷수가 1/3가량 줄었으며, 또한 주소 설정을 요구 하는 패킷의 수가 시간적으로 분산됨을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 네트워크에 갑작스럽게 발생하는 부하를 줄임으로써 네트워크의 전달성능을 향상 시킬 수 있는 기반을 제공한다.

향후, 본 연구에서 고려하지 않았던 네트워크가 분리되는 경우를 포함하는 주소 자동설정 기법에 관한 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. 장영민 외, NS-2 네트워크 시뮬레이터의 이해, 홍릉과학출판사, pp. 1-50, 2008년.
2. Kevin Fall, The ns Manual (formerly ns Notes and Documentation), UC Berkeley, The VINT Project.
3. NS-2 Homepage <http://www.isi.edu/nsnam/ns>.
4. IETF MANET Working Group <http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html>.
5. 송상복, 이규호, 장원익, "SDR을 포함하는 다중 네트워크의 전달성능 분석을 위한 DEVS 모델링 및 시뮬레이션 연구," 한국시뮬레이션학회 논문지, 17(4), pp. 153-158, 2008년 12월.
6. 이규호, 송상복, "다중 프로토콜 네트워크에서의 연동성 제공을 통한 전달 성능 향상에 관한 연구," 한국해양정보통신학회 논문지, 13(1), pp. 60-65, 2009년 1월.
7. 안상현, 김영민, 이영주, "IPv6 Address Autoconfiguration for AODV in Mobile Ad Hoc Networks," 한국정보과학회 논문지, 컴퓨팅의 실제, 13(1), pp. 1-10, 2007년 2월.
8. 신재욱, 나지현, 이혜룡, "Ad-hoc 네트워크에서의 Mobile IP 지원," 전자통신동향분석, 18(4), pp. 11-22, 2003년.
9. S. Thomson and T. Narten, "IPv6 Stateless Address Autoconfiguration," IETF RFC 2462, Dec. 1998.
10. J. Park, Y. Kim, and S. Park, "Stateless address autoconfiguration in Mobile Ad Hoc Networks using site-local address," draft-park-zeroconf-manet-ipv6-00.txt, July 2001.
11. 김용진, 박정수 외2, 차세대 인터넷 프로토콜 IPv6, 다성출판사, pp. 80-100, 2002년.
12. J. Jeong, J. Park, 외 3, "Ad Hoc IP Address Autoconfiguration," draft-jeong-adhoc-ip-add-autoconf-06.txt, Jan. 2006.
13. C. Bernardos, M. Calderon, and H. Moustafa, "Survey of IP address autoconfiguration mechanisms for MANETs," draft-bernardos-manet-autoconf-survey-03.txt, April 2008.
14. C. Perkins, E. Belding-Royer, and S. Das, "AODV (Ad hoc On-Demand Distance Vector) Routing," IETF RFC 3561, July 2003.
15. S. Ruffino and P. Stupar, "Automatic configuration of IPv6 addresses for MANET with multiple gateways (AMG)," draft-ruffino-manet-autoconf-multigw-03, June 2006.



김 선 화 (ksh1228@gmail.com)

2006년 인제대학교 정보통신공학과 공학사
2006~2009 인제대학교 대학원 전자정보통신공학과 공학석사
2009~현재 (주)세기미래기술 주임연구원

관심분야 : MANET, NS-2, 모델링&시뮬레이션, Ubiquitous Network, Embedded System



고 빈 (gobin66@nate.com)

2007 인제대학교 정보통신공학과 공학사
2006~2009 인제대학교 대학원 전자정보통신공학과 공학석사
2009~현재 (주)세기미래기술 주임연구원

관심분야 : NS-2, 모델링&시뮬레이션, Ubiquitous Network, MANET



이 규 호 (kyou@inje.ac.kr)

1980년 경북대학교 전자공학과 공학사
1982년 경북대학교 대학원 전자공학과 공학석사
1998년 The University of Gent, Belgium, 정보/컴퓨터공학 공학박사(Ph.D)
1986~1988 미국 AIT Inc, 연구원
1983~2004 한국전자통신연구원(ETRI) 책임연구원/팀장
2005~현재 인제대학교 정보통신공학과 부교수

관심분야 : Variable Structure & Discrete Event System, Embedded System, Ubiquitous Network,
고속 패킷처리기술, 네트워크시스템 기술