

Mobile IPv6기반 Ad-Hoc 네트워크에서의 Internet Gateway를 통한 IP주소 자동 할당 방법

*최정우, 박성한
한양대학교 컴퓨터공학과
e-mail : {jwchoi, shpark}@cse.hanyang.ac.kr

An Address Autoconfiguration Algorithm of Mobile IPv6 through Internet Gateway in Ad-Hoc networks

*Jung Woo Choi, Sung Han Park
Department of Computer Science and Engineering
Hanyang University

Abstract

In this paper, we propose the address allocation algorithm in hybrid Mobile ad-hoc network (MANET). Most of proposed address autoconfiguration algorithms are node based. Node based address autoconfiguration algorithms are inefficient. Because the node based algorithms waste bandwidth and consume much battery in mobile ad-hoc networks, we present the address allocation algorithm using internet gateway based address autoconfiguration by modifying the IPv6 stateless address autoconfiguration protocol.

We use the network simulator NS-2 in our experiments. The simulation result shows reducing network traffic and saving battery.

I. 서론

이동 애드혹 네트워크(Mobile Ad-hoc Networks)는 고정된 인프라가 없는 환경에서 중앙 집중적인 관리 없이 이동 노드들 스스로가 네트워크를 구성하고 데이터 통신을 한다. 이를 위하여 이동노드들은 라우터 및 호스트로서의 기능을

갖추고 멀티홉 통신을 한다.

유비쿼터스 시대의 도래로 인하여 통신 인프라 없이도 서로 간에 통신을 하는 애드혹 네트워크의 사용이 늘어 나면서 독립적인 이동 애드혹 네트워크와 인터넷과의 접속이 요구되고 있다. 애드혹은 인터넷과 연결된 Internet Gateway를 통해서 인터넷과 연결된다. 애드혹 노드들은 이동을 하면서 무선으로 통신을 하기 때문에 그 위치에 따라 다른 IP주소를 할당 받는 Mobile IP를 사용하게 된다. Mobile IP에서의 주소를 할당하는 방법으로는 크게 DHCP(dynamic host configuration protocol)[1]과 SAA(stateless address autoconfiguration)[2]으로 2가지가 있다.

첫 번째로, DHCP(dynamic host configuration protocol) 방식은 DHCP서버에 의해서 IP가 할당된다. 그러나 DHCP 방식은 유선 네트워크 기반의 주소 할당 방식으로 노드의 이동이 심하고 멀티홉 통신으로 연결이 불안정한 애드혹 네트워크에서 그대로 적용하기는 어렵다.

두 번째 방법으로 SAA(stateless address autoconfiguration)는 이동노드 자체에서 IP를 설정하여 할당하는 방법이다. 그러나 단일 홉 통신을 기반으로 개발된 SAA방법은 다중 홉 통신을 하는 애드혹 네트워크에 맞지 않다. 이 방법은 자원이 한정되어 있는 이동노드를 중심으로 주소를 생성함으로써 노드의 배터리 사용에 영향을 주어 노드의 수명을 크게 감소시킨다. 또 주소 설정과정에서 주소 설정 패킷이 Broadcasting방식으로 전송이 되기 때문에 네트워크 트래픽이 증가 하고, 패킷이 전송되는 경로상의 모든 노드를 거

처 가는 멀티홉 통신이므로 각각 노드의 배터리 사용에 영향을 주어 네트워크 수명 또한 감소시킨다. 따라서 주소 설정 시에 설정 노드에서 처리되는 과정을 줄이고 전송되는 패킷의 수도 줄여야 한다.

SAA방법을 이용하는 기존의 연구들에서는 노드를 중심으로 주소설정을 하고 있어 배터리의 사용이나 네트워크의 트래픽을 최소화 하지 못한다 [3],[4]. 그러므로 본 논문에서는 Mobile IPv6의 SAA 방법을 기본으로 하여 IP주소설정과정의 패킷수를 줄이고 Internet Gateway를 통해 주소를 할당하는 효율적인 주소 자동설정 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 2장에서는 본 논문에서 제안하는 방법에 대하여, 3장에서는 시뮬레이션을 통한 결과를 제시하고 4장에서는 결론을 맺는다.

II. Internet Gateway를 통한 효율적인 IP주소 설정 방법

Mobile ad-hoc망은 그림 1과 같이 Internet Gateway를 통하여 Internet망과 연결이 된다. 그리고 각각의 모바일 노드들은 Mobile IPv6를 이용하여 Mobile ad-hoc망의 내부뿐만 아니라 Internet망과도 통신을 한다. 새로운 모바일 노드가 들어오게 되면 자동주소 설정(stateless address autoconfiguration)과정을 통해서 Mobile IPv6를 얻게 된다.

새로운 모바일 노드가 Mobile ad-hoc망에 들어오면 site-local address를 설정해야 한다. 이 주소를 통하여 Mobile ad-hoc망 내부의 노드들과 통신을 하고 Global address의 설정도 한다. 그러나 Global address의 설정 과정에 있어서 노드는 Internet Gateway와 주소를 설정하기 위한 패킷을 교환한다. 이 과정에서 주소설정 패킷은 broadcast방식으로 전송되는데 이것을 unicast방식으로 바꾼다면 노드들의 배터리 사용뿐만 아니라 네트워크 트래픽도 감소시킬 수 있다. 이를 위해 Local Address Configuration방법을 제안한다.

그리고 site-local address를 획득한 노드가 인터넷과 통신을 하기 위해서는 Global address를 획득해야 한다. 즉 인터넷과 통신을 하고자 하는 노드는 Internet Gateway에게 Global address를 설정하기 위해 필요한 정보인 global prefix와 Gateway address를 요청하고, Internet Gateway는 정보를 요청한 노드에게 주소 설정 패킷을 전송해 주게 된다. Mobile ad-hoc망에서는 이렇게 Internet Gateway로부터 수신한 패킷을 이용하여 노드에서 직접 임시의 Global address를 생성을 하고 다시 Internet Gateway로 임시의 Global address를 전송하여 Global DAD를 실시하게 된다. 이러한 패킷 교환으로 인한 주소 설정 시간의 증가와 네트워크 트

래픽을 줄이기 위해서 본 논문에서는 Internet Gateway를 중심으로 한 Global address의 설정 방법 또한 제안한다.

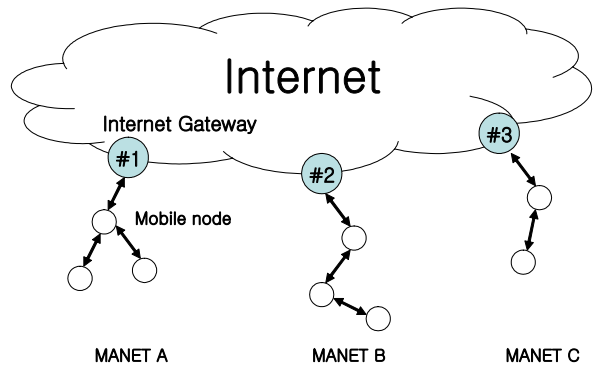


그림 1. Internet과 연결된 Mobile Ad-hoc network(MANET)

2.1 Local Address Configuration

Mobile ad-hoc망에 새로운 노드가 들어오면 임시의 주소를 설정한다. 이렇게 설정된 주소는 Mobile ad-hoc망에서 유일한 주소임을 확인하는 과정을 거쳐서 site-local address로 설정된다. 임시적으로 생성된 주소의 유일성을 판단하는 과정이 Duplicate address detection(DAD)[5]이다. 일반적인 DAD는 NDP(neighbor discovery protocol)의 Router Solicitation(RS)와 Router Advertisement(RA)를 수정하여 사용한다. 본 논문에서는 그림 2와 그림 3 같이 RS에 hop count 필드를 추가하고 RA에 default node필드를 추가 한다.

0	8	16	31
Type	Code	Checksum	
Reserved			
Hop Count	options.....		
Type	ROUTER_SOLICITATION		
Code	Subfiled of type (0 for default)		
Checksum	ICMP checksum		

그림2.. Packet Format of 'Router Solicitation'

0	8	16	31
Type	Code	Checksum	
Reserved			
Default Node Address (128bit)			
Type	ROUTER_ADVERTISEMENT		
Code	Subfiled of type (0 for default)		
Checksum	ICMP checksum		

그림3. Packet Format of 'Router Advertisement'

DAD를 위해서 RS의 Target address 필드에 노드가 임시로 생성한 주소를 넣고 hop count를 0으로 설정을 하고 DAD를 실시한다. RS를 수신한 노드는 Target address 필드와 hop count 필드를 확인한다. RS의 Target address 필드와 자신의 site-local address가 같으면 주소의 중복이 발생하였다고 판단하고 RA를 RS를 송신한 노드에게 전송한다. 또 hop count가 0인 경우에는 RA의 default node필드에 수신한 노드의 site-local address를 넣어서 전송을 한다. 그 외의 다른 경우에는 RS의 hop count를 1증가 시키고 다른 노드로 RS를 전달한다.

RS를 전송한 노드는 2가지 종류의 RA를 받을 수 있는데 default node필드에 주소가 설정되어 있는 것과 설정되어 있지 않는 것으로 나뉘어 있다. 노드가 RS를 전송한 후 default node필드가 설정되지 않은 RA를 하나라도 받으면 주소의 중복이 일어났다고 판단하고, 그 이후에 들어오는 모든 패킷들을 무시하고 다른 임시주소를 생성하여 다시 DAD를 실시한다. 또 다른 경우로 노드가 default node필드가 설정된 RA를 수신한 경우, 제일 빨리 도착한 RA의 default node주소를 가지고 있다가 DAD의 Timeout시간 내에 default node 필드가 비어있는 RA, 즉 주소의 중복을 의미하는 RA를 수신하지 않는다면 RS를 전송한 노드는 임시적으로 설정한 주소를 site-local address로 설정을 하고 처음 수신한 RA의 default node주소를 자신의 default node로 설정을 한다. 이 default node를 통하여 Global address의 주소 설정 패킷이 unicast방식으로 전송될 수 있다.

만약 Mobile ad-hoc망에서 다른 노드가 존재하지 않고 오직 하나의 노드와 Internet Gateway만 존재한다면 Internet Gateway가 RS에 대한 응답으로 RA를 보낼 것이고 RS를 전송한 노드의 default node가 된다. 이렇게 주소가 설정된 모든 노드들은 자신의 default node를 가지고 있고 이를 통해서 제일 말단에 위치한 노드라도 unicast방식으로 Internet Gateway까지 주소 설정 패킷을 전송할 수 있다.

2.2 Global address configuration

Global address를 설정하기 위하여 노드는 Gateway Solicitation(GS)을 전송하게 된다. 여기에서 GS는 local address설정 시에 설정한 default node를 따라 Unicast로 Internet Gateway까지 전송된다.

본 논문에서는 그림4와 같이 GS에 현재 GS을 전송하는 노드의 주소를 담을 수 있는 site-local address 필드와 현재 노드의 Home Agent address와 노드가 통신 중이라면 Correspond node address를 담을 수 있

는 필드를 추가 하였다. Global address를 생성한 후, 노드에서 Home Agent와 Correspond node로 Binding Update 패킷을 보내던 것을 Internet Gateway에서 Global address를 생성한 후 직접 보내게 하기 위해서이다. Internet Gateway가 Home Agent나 Foreign Agent역할을 하는 Mobile ad-hoc망에서 GS를 수신한 Internet Gateway의 주소와 GS내의 Home Agent주소가 같을 경우에는 Internet Gateway 자신이 Home Agent가 되기 때문에 Binding Update 패킷을 보내지 않고 다른 경우에 Binding Update 패킷을 Home Agent로 전송한다. 그리고 GS내에 Correspond node address가 있는 경우 Internet Gateway가 직접 Correspond node에게도 Binding Update 패킷을 전송하게 된다. 이러한 과정을 통하여 노드에서 부터 전송되어 Mobile ad-hoc망을 통해 전달되고 외부에 연결되어 있는 Internet Gateway를 통해서 전송되는 Binding Update 패킷이 Internet Gateway에서 바로 Home Agent로 전송된다. 그렇기 때문에 Global address 설정 시 Binding Update 패킷 전송으로 인한 Mobile ad-hoc망의 트래픽을 줄일 수 있다.

0	8	16	31
Type	Code	Checksum	
Reserved			
Site-Local address (128bits)			
Home Agent address (128bits)			
Correspond node address (128bits)			
Type	GATEWAY_SOLICITATION		
Code	Subfiled of type (0 for default)		
Checksum	ICMP checksum		

그림4. Packet Format of 'Gateway Solicitation'

GS를 수신한 Internet Gateway는 GS내의 site-local address를 이용하여 임시의 Global address를 생성한다. 이 Global address가 인터넷에서의 유일성을 판별하기 위해서 Global DAD를 실시한다. 만약 중복이 되었다면 Internet Gateway에서는 다시 임시의 Global address를 생성을 하고 Global DAD를 실시한다. 중복이 되지 않았다면 Internet Gateway가 생성한 임시의 Global address가 인터넷에서 유일하다고 판단하고 GS를 전송한 노드에게 Gateway Advertisement 패킷 전송한다. 그리고 노드의 Home Agent와 Correspond node에게는 Binding Update 패킷을 전송한다. GA를 수신한 노드는 GA내의 Global address를 자신의 주소로 설정을 함으로써 주소 설정과정을 마치게 되고 이 주소를 가지고 인터넷과 통신을 한다.

III. 시뮬레이션 및 검토

3.1 시뮬레이션 환경

비교대상은 Mobile IPv6에서의 자동주소 설정 알고리즘인 IP Address Autoconfiguration for Ad Hoc Networks[3]를 이용하였다. 실험은 network simulator NS-2를 사용하여 시뮬레이션을 하고, Mobile IPv6는 mobiwan을 이용한다. 데이터링크 계층은 IEEE802.11 기반 Wireless LAN으로 가정을 하고 800m×800m 면적의 공간에서 이동 최고 속도가 5m/s인 노드를 1000초 동안 시뮬레이션 한다.

3.2 결과분석

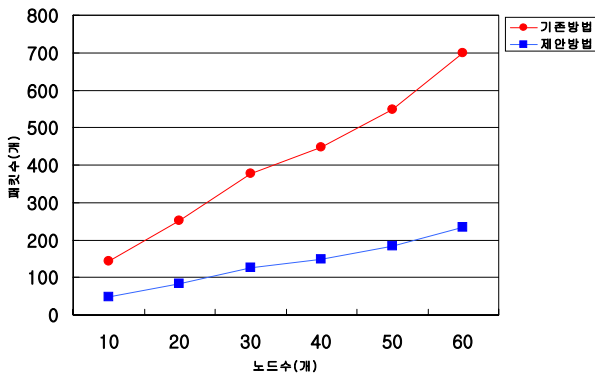


그림5. 주소설정 시 전송된 패킷의 수

그림5는 노드의 수가 늘어남에 따라 애드혹 노드가 Internet Gateway로 전송하는 패킷의 수를 측정 한 것이다. 기존의 방법에서는 DAD message와 Binding Update message까지 애드혹 노드에서 전송하기 때문에 제안한 방법보다 기본적으로 전송하는 패킷이 많고 노드의 수가 늘어날수록 패킷의 증가량이 많기 때문에 네트워크의 트래픽이 더 많이 증가한다.

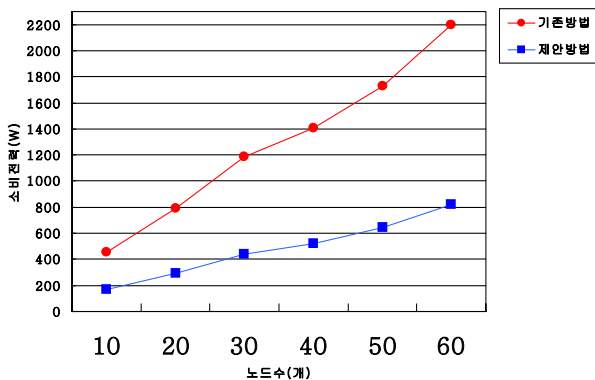


그림6. 주소설정 시 사용된 전력량

그림6은 노드의 수가 늘어남에 따라 애드혹 노드가 Internet Gateway로 패킷을 전송하는데 사용한 전력량을 계산한 것이다. 각 노드의 에너지 소모량은 WaveLAN의 스펙을 따른다. 노드에서는 패킷의 전송과 수신에 모두다 전력을 소모하기 때문에 주소 설정 과정에서 교환하는 패킷의 수가 많아 질수록 많은 양의 전력을 소모하는 것을 볼 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 애드혹 네트워크의 특성을 고려한 효율적인 자동 주소 설정방법을 제안한다. 이를 위하여 Internet Gateway에서 주소를 생성하고 할당해준다. 주소 설정 시 노드에서의 작업을 최소화 해줌으로써 노드의 배터리 사용량을 줄일 수 있다. 그리고 주소설정 시 전송되는 패킷을 Unicasting방식으로 전송되게 하고 패킷의 숫자도 줄이기 때문에 전송하는 경로에 있는 노드의 배터리 사용량과 네트워크의 트래픽을 감소시킨다.

참고문헌

- [1] R. Droms, J.Bound, B. Volz, T. Lemon, C. Perkins, and M. Carnery, "Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6(DHCPv6)," RFC 3315, Jul. 2003
- [2] S. Thomson, and T.Narten, "IPv6 Stateless Address Autoconfiguration," RFC 2462, Dec. 1998
- [3] C. Perkins, J. Malinen, R. Wakikawa, E. Belding-Royer, and Y. Sun "IP Address Autoconfiguration for Ad Hoc Networks", draft-ietf-manet-autoconf-01.txt, Nov. 2001
- [4] I.K. Park, Y.H. Kim, and S.S. Lee, "IPv6 Address Allocation in Hybrid Mobile Ad-Hoc Networks," The 2nd IEEE Workshop on Software Technologies for Embedded and Ubiquitous Computing System, May. 2004, pp.58-62
- [5] T. Narten, E. Nordmark, and W. Simpson, "Neighbor Discovery for IP version 6(IPv6)," RFC2461, DEC. 1998