

이동 애드 혹 네트워크를 위한 인터넷 프로토콜 주소 자동 설정 기법

학생회원 최 낙 중*, 준회원 정 어 진**, 정회원 김 동 균***, 최 양 희****

IP Address Auto-configuration for Mobile Ad Hoc Networks

Nakjung Choi* *Student Member*, Uhjin Joung** *Associate Member*,
Dongkyun Kim***, Yanghee Choi**** *Regular Members*

요 약

우리는 이동 애드 혹 네트워크에서 인터넷 프로토콜을 위한 세 가지의 주소 자동 설정 기법을 소개한다. RADA (Random ADDRESS Allocation)는 무작위로 IP 주소를 선택하는 방법이고, LiA (Linear Address Allocation)는 최대 IP 주소를 사용하여 순서대로 새로운 주소를 할당하는 방법이다. LiACR (Linear Address Allocation with Collision Resolution)이라고 칭하는 LiA의 확장된 방법은 제어 메시지의 오버헤드를 줄이는 방법을 사용하였다. 짧은 시간동안 다수의 노드들이 네트워크에 들어오게 되면 RADA는 LiA나 LiACR 보다 훨씬 빠르게 주소를 할당할 수 있다. 하지만 RADA는 주소 공간을 비효율적으로 사용하게 된다. 즉, RADA는 특히 전장이나 위급 상황에서 긴급한 주소 설정이 필요할 경우 유용하다. 반면에 LiA나 LiACR은 네트워크 크기가 크고, 닫힌 형태이며, 관리 제어의 형태로 종속되는 이룰테면, 무선 서비스 제공자에 의해 조정되는 애드 혹 네트워크에 더 적합하다.

Key Words : IP Address Auto-Configuration, Ad Hoc Address Acquisition, Address Conflicts, Resolution Schemes

ABSTRACT

We introduce two distributed IP address auto-configuration mechanisms for mobile ad hoc networks. RADA (Random ADDRESS Allocation) is based on random IP address selection, while LiA (Linear Address Allocation) assigns new addresses sequentially, using the current maximum IP address. An improved version of LiA, known as LiACR (Linear Address Allocation with Collision Resolution) further reduces the control overhead. Simulation results show that, when many nodes join a network during a short period, RADA assigns addresses more quickly than LiA and LiACR. However, RADA uses the address space less efficiently, due to its random allocation of IP addresses. Hence, RADA is particularly useful in battlefield scenarios or rescue operations where fast setup is needed, while LiA and LiACR are more suitable for ad hoc networks that are moderate, confined and subject to some form of governance control, such as that orchestrated by a wireless service provider.

※ 이 논문 또는 저서는 2005년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (KRF-2005-003-D00295). 또한, 본 연구는 2006년 두뇌한국 21 프로젝트 지원을 받아서 수행되었음.

* 서울대학교 컴퓨터공학부 (fomula@mmlab.snu.ac.kr), ** 경북대학교 컴퓨터공학과 (ujjoung@monet.knu.ac.kr)

*** 경북대학교 컴퓨터공학과 (dongkyun@knu.ac.kr), **** 서울대학교 컴퓨터공학부 (yhchoi@mmlab.snu.ac.kr)

논문번호 : KICS2006-05-248, 접수일자 : 2006년 5월 30일, 최종논문접수일자 : 2007년 3월 12일

I. 서론

이동 애드 혹 네트워크 (MANET)^[1]에서는 제한된 전송 범위를 지닌 일련의 무선 노드들이 미리 구축된 기반 구조 없이 동적으로 네트워크를 구성한다. 전송 범위를 벗어나 직접적인 통신이 불가능한 노드와는 멀티 홉 전송을 통하여 통신이 가능하다. 따라서 이동 애드 혹 네트워크 분야의 연구는 대부분 효율적인 멀티 홉 전송을 지원하기 위해 라우팅 문제를 해결하고자 하였다. 그 예로, DSR (Dynamic Source Routing), ABR (Associativity Based Routing), AODV (Ad-hoc On-demand Distance Vector), TORA (Temporally Ordered Routing Algorithm) 등의 특화된 멀티 홉 경로 설정 프로토콜들이 제안되었다. 그러나 이런 라우팅 프로토콜들은 기본적으로 모든 노드에 이미 유일한 IP 주소가 할당되어 있다는 것을 가정하고 있다. 따라서 본 논문은 자동화된 네트워크 구성이라는 측면에서 이동 애드 혹 네트워크에서의 IP 주소 자동 설정 문제를 해결하고자 한다.

오늘날 인터넷에서 사용되고 있는 IP 주소는 일반적으로 (a) 전역적 IP 주소와 (b) 지역적 IP 주소, 두 가지로 나눌 수 있다. 전자는 인터넷의 모든 노드들에 대해 유일한 IP 주소이고, 후자는 서버 네트워크 내의 '고립'된 지역에서만 유일한 IP 주소이다. 지역적 IP 주소가 할당된 노드가 인터넷에서 동작하기 위해서는 전역적 IP 주소와 매핑하는 과정이 필요하다. 표 1은 이동 애드 혹 네트워크에서 전역적 IP 주소와 지역적 IP 주소의 장단점을 비교한다.

일반적으로 새로운 노드의 IP 주소는 (a) 미리 설정되거나, (b) DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)를 사용하여 동적으로 할당되거나, (c) 자동 설정 기법을 사용하여 할당된다. 미리 설정하는 방법과 DHCP를 사용한 동적 할당 방법은 노드가 이동하는 이동 애드 혹 네트워크에서 비현실적이다. 따라서 최근에 이동 애드 혹 네트워크에서 주소 자동 설정에 대한 중요성이 인식되고 있다. 이동 애드 혹 네트워크의 완벽한 구현과 실제 배치가 이루어지기 위해서는 효율적인 동적 경로 설정 방법과 동시에 주소 자동 설정 기법이 필요하다. 본 논문에서는 이동 애드 혹 서버 네트워크에서 IP 주소 자동 설정을 위한 두 가지 새로운 기법을 소개한다.

본 논문은 다음과 같은 순서로 구성된다. 2장에서는 주소 설정 관련 연구를 요약하고, 3장에서는 RADA, LiA, LiACR 기법들을 제안한다. 4장에서는 제안된 기법들에 대한 정성적, 정량적인 분석을

표 1. 전역적/지역적 IP 주소의 장/단점.
Table 1. Global/Local IP Address Assignments Pros/Cons

	장점	단점
전역적 IP 주소	용이한 구현	IP 주소 재사용 불가 (확장성)
	주소 충돌이 거의 없음	서버 네트워크 간 IP 주소 할당 조정자 필요
지역적 IP 주소	확장성	복잡한 구현
	서버 네트워크 간 IP 주소 할당 조정자 필요 없음	게이트웨이의 전역/지역 주소간 매핑 필요 (NAT 기능)
	서버 네트워크 간 주소 재사용 가능	

수행하고, NS-2 모의실험을 통한 성능 평가 결과가 5장에서 논의된다. 마지막으로, 6장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

최근 들어, 이동 애드 혹 네트워크 연구 분야에서 주소 자동 설정 기법은 큰 주목을 받고 있다. 본 장에서는 국제 표준화 기구인 IETF에서 현재 표준화 진행 중인 주소 자동 설정과 관련된 기법들에 대해 살펴보고, 기존 관련 연구에서 제안된 대표적인 주소 자동 설정 기법에 대해 간략히 언급한다.

2.1 표준화 진행 동향

IETF의 MANET 워킹그룹에서 주소 자동 설정 관련 이슈들을 해결하기 위한 기법^{[2][3][4]}들이 제안되었으며, 중복 주소 감지(DAD)를 위해 간단한 플러딩 방법^[2]이 제안되었다. 또한, 네트워크 분리나 병합을 효율적으로 지원하기 위한 DAD 기법들^{[5][6]}도 제안되었다.

상태 비보존(stateless) IPv6 주소 자동 설정 방법^[6]은 IPv6 워킹그룹에서 논의되었으며, 링크-지역적 주소를 생성하는 과정을 정의한다. 먼저 노드는 널리 알려진 링크-지역적 프리픽스와 해당 네트워크 인터페이스의 MAC 주소를 사용하여 링크-지역적 주소를 생성한다. 그러나 생성된 링크-지역적 주소가 다른 노드에 의해서 이미 사용 중일 수도 있기 때문에 이웃 탐지 프로토콜(NDP)을 사용하여 확인 과정을 거쳐야 한다. 생성된 주소가 링크 내에서 유일하다는 것이 보장되면, 노드는 실제 그 링크-지역적 주소를 사용하여 통신이 가능하다. 만약 유일하다는 것이 보장되지 않는다면, 자동 설정을 멈추고 해당 네트워크 인터페이스의 수동 설정을 요구한다. 이러한 접근 방식은 한 홉 통신으로 제한되어 있고

멀티 홉 통신을 필요로 하는 이동 애드 혹 네트워크에는 적합하지 않다. 이동 애드 혹 네트워크에 이 기법을 적용하기 위해서는 멀티 홉 동작이 가능하도록 DAD 동작 과정의 확장이 필요하다.

또한, 최근 조직된 AUTOCONF^[7] 워킹그룹은 MANET 워킹그룹으로부터 주소 자동 설정과 관련된 이슈를 넘겨받아 더욱 활발히 논의를 진행하고 있다.

III. 자동 주소 설정 기법

본 논문은 이동 애드 혹 네트워크의 IP 주소 자동 설정을 위한 두 기법을 제안한다. 두 기법의 주요한 차이는 후보 IP 주소의 선택과 유일성 확인 방법이다. 이동 애드 혹 네트워크에서 전역적인 정보를 교환하기 위해 브로드캐스팅이나 플래딩의 사용은 피할 수 없다.

3.1 임의 주소 할당 기법 (RADA)

RADA 기법은 새로운 노드가 네트워크 관리자에 의해 설정된 서브 네트워크 범위(First_PERM_ADDR ~ 65,355) 내에서 임의로 주소를 선택하여 반영구적인 지역적 IP 주소(permanent IP address)로 사용하는 프로토콜이다. 새로운 노드는 선택한 지역적 IP 주소의 중복 확인을 위해 사용할 임시 IP 주소(temporary IP address)를 나머지 범위(1 ~ First_PERM_ADDR) 내에서 추가적으로 선택한다. 임시 IP 주소는 주소 설정 과정 동안만 해당 노드의 IP 주소로 사용되며, 지역적 IP 주소의 중복 확인이 끝나면 더 이상 사용하지 않는다.

지역적 IP 주소의 중복 확인을 위해 새로운 노드는 먼저 주소 질의 (AQ) 패킷을 서브 네트워크에 브로드캐스트한다. AQ 패킷 포맷은 그림 1과 같다. 이 때, 해당 노드는 AGE 필드를 0으로 설정한다. AQ 패킷 전송 후, AQ 타이머를 시작하고 주소 응답 (AR) 패킷을 기다린다.

노드가 AQ 패킷을 받으면, 먼저 그 패킷이 이미 처리되었는지를 알기 위하여 자신의 AQ 수신 테이블을 확인한다. 만약 이미 처리된 패킷이었다면, 해당 AQ 패킷을 버린다. 그렇지 않다면, 해당 AQ 패킷에 대한 정보를 AQ 수신 테이블에 추가하고, AQ

패킷 내의 요청된 IP 주소(requested IP address)를 자신의 IP 주소와 비교한다. 노드의 지역적 IP 주소가 AQ 패킷 내의 요청된 IP 주소와 동일하지 않다면 단순히 해당 AQ 패킷을 다른 노드들에게 포워딩하고, 동일하다면 AQ 패킷 내의 AGE 값과 자신의 IP 주소 타이머를 비교하여 아래와 같이 처리한다.

- 1) 노드의 IP 주소 타이머가 AQ 패킷 내의 AGE 값보다 큰 값을 가지면, 자신의 IP 주소를 유지하고, AQ 패킷을 보낸 노드가 해당 지역적 IP 주소에 대한 요청을 취소할 수 있도록 주소 응답(AR) 패킷을 보낸다.
- 2) 노드의 IP 주소 타이머가 AQ 패킷 내의 AGE 값보다 작은 값을 가지면, 해당 지역적 IP 주소의 사용을 포기하고, 새로운 지역적 IP 주소 획득을 위한 주소 할당 과정을 시작한다.
- 3) 노드의 IP 주소 타이머와 AQ 패킷 내의 AGE 값이 모두 0이면, 양쪽 모두 요청한 IP 주소를 사용하지 않는다. 해당 노드는 AR 패킷을 AQ 패킷을 보낸 노드에게 보내어 지역적 IP 주소의 충돌을 알린다. 또한, 해당 노드도 지역적 IP 주소를 버리고, 새로운 지역적 IP 주소 획득을 위한 주소 할당 과정을 시작한다.

주소 할당 과정에서 AQ 패킷을 보낼 때 시작한 AQ 타이머가 만료할 때까지 AR 패킷을 받지 못하면, AQ 패킷을 다시 브로드캐스트한다. 이 과정은 미리 설정된 값인 AQ_RETRIES만큼 반복되거나, AR 패킷을 받을 때까지 반복된다. 만약 AQ_RETRIES 횟수만큼 반복하여도 AR 패킷을 수신하지 못하였다면, 새로운 노드는 요청된 지역적 IP 주소를 자신의 주소로 설정한다. 그리고 AGE 카운터를 증가시키기 위해 자신의 IP 주소 타이머를 시작한다. AGE 필드는 4,660까지의 값을 표현할 수 있다.

RADA 기법은 주소 충돌 해결 프로토콜(ACRP)을 사용하지 않으면 신뢰성 없는 무선 환경에서 주소의 유일성을 보장할 수 없다. 각 노드는 주기적으로 AQ 패킷을 브로드캐스트하여 사용 중인 지역적 IP 주소의 충돌을 확인한다. 지역적 IP 주소를 획득한 후, ACRP 타이머가 시작되고, 각 노드는 ACRP 주기마다 해당 노드의 지역적 IP 주소와 IP 주소 타이머 값을 포함하는 AQ 패킷을 브로드캐스트한다. 이러한 값들은 주소 충돌을 확인하는데 사용된다.

노드가 자신이 사용하고 있는 지역적 IP 주소와 동일한 요청된 IP 주소를 가진 AQ 패킷을 받으면,

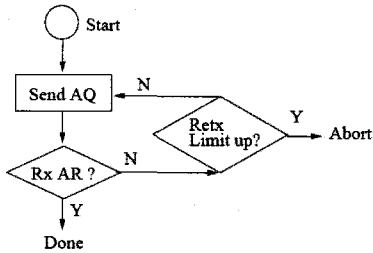
TYPE (AQ)	AGE
Originator's Temporary IP Address	
Requested IP Address	

그림 1. AQ 패킷 포맷
Fig 1. AQ Packet Format

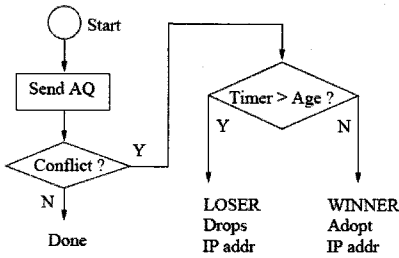
AQ 패킷을 보낸 노드에서 주소 충돌을 알리기 위해 현재 IP 주소 타이머 값을 AGE 필드에 포함한 AR 패킷을 보낸다. AR 패킷 포맷은 그림 2와 같다.

TYPE (AR)	AGE
Requested IP Address	

그림 2. AR 패킷 포맷.
Fig 2. AR Packet Format.



(a) RADA 주소 요청.
(a) RADA Address Request



(b) RADA 주소 충돌 해결.
(b) RADA Address Collision Resolution

그림 3. RADA 기법.
Fig 3. Random Address Allocation (RADA).

AQ 패킷을 보낸 노드가 AR 패킷을 받았을 때 주소 충돌을 나타내는 세 가지 경우에 따라 아래와 같이 처리한다.

- 1) AR 패킷의 AGE 값이 노드의 IP 주소 타이머보다 큰 값을 가지면, 노드는 해당 지역적 IP 주소가 이미 사용되고 있다는 것을 알고, 주소 할당 과정을 다시 시작한다.
- 2) AR 패킷의 AGE 값이 노드의 IP 주소 타이머와 동일한 값을 가지면, 이웃 노드들로부터 자신이 보낸 AR 패킷을 되돌려 받을 경우이기 때문에 해당 AR 패킷을 버린다.
- 3) AR 패킷의 AGE 값이 노드의 IP 주소 타이머보다 작은 값을 가지면, ACRP 과정에서 주소 충돌의 발견을 의미하기 때문에 해당 노드

는 즉시 주소 할당 과정을 시작해야 한다.

그림 3은 RADA 기법에서의 동작에 대한 간략한 흐름도를 나타낸다.

3.2 선형 주소 할당 기법 (LiA)

LiA 기법에서는 새로운 노드가 이동 애드 혹 네트워크에 참여하려면 먼저 네트워크로부터 비콘 메시지를 기다리게 된다. 특정 시간 동안 비콘 메시지를 받지 못하면, 자신을 네트워크의 초기 노드로 인식하고 가능한 지역적 IP 주소 공간 내에서 첫 번째 주소를 자신의 주소로 사용한다. 만약 네트워크에 이미 다른 노드들이 존재한다면, 새로운 노드는 네트워크에서 사용되고 있는 '최대 IP 주소 (Max.IP)' 정보가 포함된 비콘 메시지를 듣게 되고, Max.IP + 1을 자신의 후보 IP 주소로 선택한다.

LiA 기법은 RADA 기법과는 다르게 후보 IP 주소 선택과 주소 충돌 해결을 위하여 AQ 패킷이나 AR 패킷을 사용하지 않고, 그림 4의 공통 포맷을 가진 세 가지 제어 메시지들을 사용한다.

TYPE	AGE
Requested IP Address	
Identification	

그림 4. LiA 기법에서 사용하는 제어 메시지의 공통 포맷
Fig 4. The common format of control messages in LiA

LiA 기법의 제어 메시지는 2-비트 TYPE 필드의 값에 따라 BEACON, ANNOUNCE, WINNER 메시지로 구분된다. AGE 필드의 역할은 RADA 기법과 유사하고, 식별자 필드는 각 노드의 유일한 식별자를 나타내는 것으로 MAC 주소 등을 사용할 수 있다. 세 가지 제어 메시지의 역할은 아래와 같다.

- 1) BEACON TYPE 필드가 0으로 설정되면, 해당 제어 메시지는 BEACON 메시지이다. 네트워크에서 사용 중인 가장 큰 IP 주소를 가진 노드는 주기적으로 자신의 IP 주소를 포함한 BEACON 메시지를 브로드캐스트한다. 따라서 새로운 노드는 현재 네트워크에서 사용 중인 IP 주소에 대한 정보를 얻을 수 있다.
- 2) ANNOUNCE TYPE 필드가 1로 설정되면, 해당 제어 메시지는 ANNOUNCE 메시지이다. 새로운 노드가 후보 IP 주소를 선택한 후, 요청된 IP 주소 필드에 자신의 후보 IP 주소를 넣어 ANNOUNCE 메시지를 브로드캐스트한다. ANNOUNCE 메시지를 통해 다른 노드가 등

일한 IP 주소를 후보 IP 주소로 선택하였다는 것을 알 수 있다.

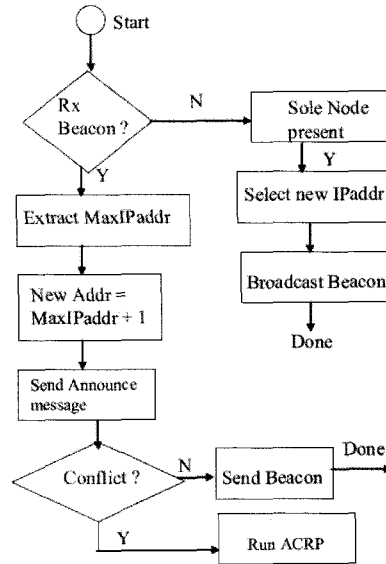
3) WINNER TYPE 필드가 2로 설정되면, 해당 제어 메시지는 WINNER 메시지이다. 둘 이상의 노드들이 동일한 IP 주소를 사용하려 한다면, 해당 주소를 얻기 위한 경쟁이 필요하다. 주소 충돌 해결 과정을 통해 승리한 노드는 분쟁한 IP 주소를 자신이 사용한다는 것을 알리기 위해 WINNER 메시지를 브로드캐스트한다. 나머지 노드들은 다시 주소 할당 과정을 거치게 된다.

LiA 기법에서는 새로운 노드가 주소 할당을 위해 (a) 후보 IP 주소, (b) 할당된 IP 주소, (c) 최대 IP (Max.IP) 주소의 세 가지 변수들을 유지한다. 노드는 후보 IP 주소 변수에 지역적 IP 주소 후보를 저장하고, 해당 지역적 IP 주소의 유일성이 보장되면 할당된 IP 주소 변수에 저장하고, 실제 통신을 시작한다. 네트워크에서 사용주인 최대 IP 주소는 최대 IP 주소 변수에 저장한다.

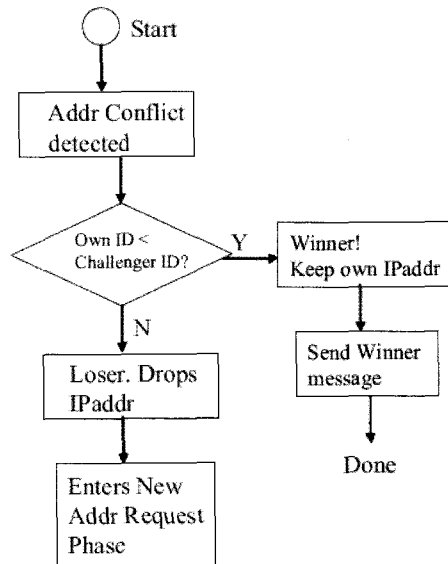
그림 5는 LiA 기법의 동작 과정을 간략히 보여준다. 새로운 노드는 먼저 주소 할당 타이머를 전송 지연 시간의 5배 정도로 설정한다. 만일 그 주소 할당 타이머가 만료될 때까지 BEACON 메시지를 받지 못한다면, 네트워크의 초기 노드가 되어 사용 가능한 IP 주소 공간에서 첫 번째 IP 주소를 자신의 IP 주소로 설정하고, 다른 새로운 노드들을 위해 주기적으로 비콘 메시지를 브로드캐스트한다. 그러나 주소 할당 타이머가 만료되기 전에 비콘 메시지를 받으면, 자신의 후보 IP 주소를 비콘 메시지에 포함된 Max.IP 값보다 1이 큰 값으로 설정한다. 그리고 자신의 후보 IP 주소를 포함한 ANNOUNCE 메시지를 브로드캐스트 한다. 특정 시간 동안 다른 제어 메시지를 받지 못한다면, 후보 IP 주소를 자신의 IP 주소로 사용하게 되고, BEACON 메시지를 주기적으로 브로드캐스트 한다.

새로운 노드가 다른 노드로부터 ANNOUNCE 메시지를 들었을 경우, 먼저 자신의 후보 IP 주소와 ANNOUNCE 메시지의 요청된 IP 주소를 비교한다. 만약 동일하다면, 자신의 식별자와 ANNOUNCE 메시지의 식별자를 비교한다. 만약 자신의 식별자의 우선순위가 높으면, WINNER 메시지를 보내고, 주소 할당 타이머가 만료될 때까지 다른 제어 메시지를 기다린다. 만약 자신의 식별자 우선순위가 낮다면, 자신의 후보 IP 주소를 취소하고, 다시

BEACON 메시지를 기다린다. 자신의 후보 IP 주소와 동일한 요청된 IP 주소 값을 가지는 WINNER 메시지를 수신하면, ANNOUNCE 메시지 처리 과정과 동일하게 식별자 비교를 통해 주소 할당 과정을 재시도 한다.



(a) LiA 주소 요청
(a) LiA Address Request



(b) LiA 주소 충돌 해결
(b) LiA Address Collision Resolution

그림 5. LiA 기법
Fig 5. Linear Address Allocation (LiA).

새로운 노드는 주소 할당 과정이 성공적으로 종료되면, 자신의 지역적 IP주소(새로운 최대 IP 주소)를 다른 노드들에게 알리기 위한 BEACON 메시지를 주기적으로 브로드캐스트 한다. 이전에 BEACON 메시지를 보낸 노드는 자신의 지역적 IP 주소보다 BEACON 메시지의 요청된 IP 주소가 더 큰 값을 가지고 있기 때문에 더 이상 네트워크의 최대 IP 주소를 사용하는 노드가 아니라는 것을 알 수 있다. 따라서 기존의 Max.IP에 해당하는 주소를 사용하던 노드는 자신의 Max.IP 정보를 수정하고, BEACON 메시지를 브로드캐스트 하는 것을 멈춘다.

LiA 기법에서 ACRP 과정은 주소 중복 발견과 해결의 두 과정으로 구성되어 있다. 새로운 노드는 자신의 IP 주소 후보를 선택하고, 그 주소를 사용하기 위하여 ANNOUNCE 메시지를 브로드캐스트 한다. 그리고 주소 할당 타이머를 시작하여 주소 중복 발견 과정으로 들어가게 된다. 만약 설정한 주소 할당 타이머가 만료되기 전에 동일한 IP 주소를 포함한 다른 제어 메시지(ANNOUNCE 메시지나 WINNER 메시지)를 받는다면, 주소 충돌이 명백해지고 해당 노드는 주소 충돌 감지 단계에서 주소 충돌 해결 단계로 자신의 상태를 변경한다. 이 때, 승리한 노드와 나머지 노드들은 노드들의 식별자를 기반으로 구별된다.

3.3 효율적 충돌 해결을 위한 선형 주소 할당 기법 (LiACR)

LiA 기법에서 다수의 새로운 노드들이 자신들의 ANNOUNCE 메시지들을 보낼 때, 요청된 IP 주소가 동일하고 자신들보다 우선순위가 높은 식별자를 가진 제어 메시지를 받으면, 해당 노드들은 즉시 주소 할당 과정을 재시작 해야 한다.

그러나 이 경우, 그들 모두가 새로운 MAX.IP+1 주소에 대해 경쟁하게 되고, 하나의 노드만이 승리하는 과정을 반복하게 된다. 이런 문제점을 해결하기 위해 LiACR 기법에서는 ANNOUNCE 메시지를 보내고 미리 정의된 시간(S) 동안 다른 ANNOUNCE 메시지를 기다리게 된다. 이 기간 동안 수집한 모든 ANNOUNCE 메시지 정보를 종합하여 식별자가가 최소인 노드가 승리자가 되어 WINNER 메시지를 브로드캐스트 하고, 후보 IP 주소를 자신의 IP 주소로 사용하게 된다. 반면에, 경쟁에서 패배한 노드들은 자신의 후보 IP 주소를 1만큼 증가시키는 것이 아니라, 수집된 ANNOUNCE

메시지 중에서 자신의 식별자 우선순위만큼 증가시킨다. 그 후, 모든 패배자들은 자신의 IP 주소를 결정하기 위해 ANNOUNCE 메시지를 브로드캐스트 하고, 주소 할당 타이머를 재설정한다. 주소 할당 타이머가 만료될 때까지 더 이상 다른 주소 충돌이 발생하지 않으면, 해당 후보 IP 주소를 자신의 IP 주소로 사용하게 된다. 그러나 추가적인 주소 충돌이 발생하게 되면, 위 과정을 반복한다.

예를 들어, 노드 A, B, C가 동시에 네트워크에 들어왔고, 노드 A가 가장 높은 우선순위를 가지고, 노드 C가 가장 낮은 우선순위를 가진다고 가정한다. 모든 노드들은 비콘 메시지를 받고, 자신의 ANNOUNCE 메시지를 거의 동시에 보낸다. 제어 메시지 수집 시간인 S 시간 후, 각 노드는 같은 IP 주소를 요청한 다른 노드들의 정보를 알게 된다. 우선순위에 따라 노드 A가 승리하게 되고, WINNER 메시지를 보낸다. 다음 제어 메시지 수집 시간 S 동안 주소 충돌이 발생하지 않고, 노드 A는 후보 IP 주소를 자신의 IP 주소로 사용한다. 반면에 노드 B는 후보 주소를 1만큼, 노드 C는 후보 주소를 2만큼 증가시켜 새로운 ANNOUNCE 메시지를 보낸다. 따라서 LiACR 기법은 노드 A, B, C가 최소한의 제어 메시지만을 사용하여 IP 주소를 할당할 수 있다.

3.4 네트워크 분리와 결합

이동 애드 혹 네트워크 시나리오에서는 네트워크 분리와 병합이 빈번하게 발생한다. 네트워크 분리는 다수의 노드들이 이탈할 때 일어날 수 있다. 따라서 네트워크 분리에 대한 정보가 정상적으로 알려지지 않는 상황에서는 IP 주소 자동 설정 방법이 분리된 하나의 네트워크 내에서 유일한 주소들을 최대한 보장하면서도 사용되지 않는 주소를 재사용할 수 있어야 한다. 또한 네트워크가 병합될 때에는 주소의 충돌이 일어날 수 있다. 이것은 잘못된 라우팅 경로 설정 등의 문제를 발생시키게 된다. 그러므로 네트워크 병합은 빨리 감지되고 해결되어야 한다.

RADA 기법에서는 ACRP 동작이 네트워크가 결합할 때의 주소 충돌을 해결하기 위해 사용된다. ACRP 동작은 네트워크 분리나 병합 등의 특징 이벤트를 인식할 수는 없지만, 주소 충돌을 해결할 수 있다. 분리된 두 네트워크가 병합되면, 주기적으로 보내는 AQ 패킷의 AGE 필드 값을 통해 ACRP 주기 내에 중복 주소가 발견되고 해결된다(그림 3).

LiA 기법이나 LiACR 기법에서는 네트워크 분리

와 병합 시나리오를 지원하기 위해 기본 알고리즘을 아래와 같이 조금 수정한다.

- 1) 네트워크의 초기 노드는 IP 주소 공간의 첫 번째 IP 주소가 아닌 임의의 시작 IP 주소를 선택한다. 해당 시작 IP 주소로부터 새로운 노드들은 순차적으로 IP 주소를 할당받는다.
- 2) 시작 노드에 의해 네트워크 식별자가 임의로 생성되어 BEACON 메시지에 포함되거나 헬로우(hello) 메시지에 포함된다. 새로운 노드는 해당 메시지의 네트워크 식별자를 통해 네트워크를 구분할 수 있다.
- 3) 현재 Max.IP 주소가 할당된 노드는 이전의 Max.IP 주소, 즉 현재 Max.IP - 1 주소를 가진 노드와의 통신으로 해당 네트워크의 시작 IP 주소를 알 수 있다.
- 4) 주소 쉬프트 오프셋 필드를 포함하는 새로운 SHIFT 제어 메시지를 정의한다. 노드가 SHIFT 제어 메시지를 받을 때, 자신의 현재의 IP 주소를 주소 쉬프트 오프셋만큼 증가시켜 새로운 자신의 IP 주소로 사용한다.

두 네트워크가 접근하게 되면 가장 자리에 위치한 노드들은 다른 네트워크 식별자를 포함하는 BEACON 메시지를 듣게 된다. 두 네트워크의 가장 자리에 위치한 노드들은 서로 협상을 통해 각 네트워크의 시작 IP 주소와 Max.IP 주소 정보를 교환하고 중복되는 IP 주소 범위를 계산하게 된다. 중복되는 구간이 없다면, 두 네트워크의 Max.IP 주소 중 큰 값을 Max.IP 주소로 사용하게 된다. 중복되는 구간이 존재한다면, 낮은 우선순위를 가진 네트워크에 중복되는 구간 정보를 포함한 SHIFT 메시지를 보내어 새로운 IP 주소를 설정하도록 한다. 낮은 우선순위를 가진 네트워크 내의 모든 노드는 새로운 Max.IP 주소를 가진 노드의 BEACON 메시지를 통해 새로운 네트워크 식별자를 부여받게 된다.

그림 6은 LiA 기법과 LiACR 기법의 간략한 병합 과정이 단계별로 나타내고 있다.

다른 네트워크로부터 받은 패킷들은 모든 주소 충돌이 해결될 때까지 전달되지 않아야 한다. 즉, 중복된 주소가 완전히 해결되기 전에 다른 네트워크의 경로 설정에 참여하지 않는다. 또한 네트워크 병합 시 더욱 효율적인 주소 충돌 해결을 위해 현재 적은 수의 통신이 진행 중인 네트워크에 SHIFT 메시지를 브로드캐스트 할 수도 있다.

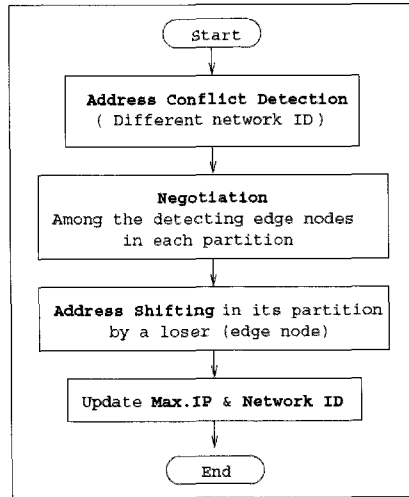


그림 6. LiA 기법과 LiACR 기법의 네트워크 병합.
Fig 6. Network Merge in LiA and LiACR.

IV. RADA와 LiA의 분석

4.1 정성적 비교

RADA 기법과 LiA 기법의 주요한 차이점은 노드가 자신의 후보 IP 주소를 선택하는 방법이다. RADA 기법에서 새로운 노드는 자신의 후보 IP 주소를 임의로 선택한다. 192.254/16 프리픽스를 가진 IP 주소 공간의 이동 애드 혹 네트워크가 약 1,300개 노드들로 구성되어 있다면, 새로운 노드가 이미 사용되고 있는 IP 주소를 선택할 확률은 0.02이다. 즉, 98%의 확률로 새로운 노드가 주소 충돌 없이 IP 주소를 획득할 수 있다.

LiA 기법에서는 네트워크에서 가장 큰 IP 주소를 사용하는 노드가 주기적으로 BEACON 메시지를 브로드캐스트 한다. 새로운 노드는 이 메시지를 듣고, 사용 중인 가장 큰 IP 주소보다 하나 큰 주소를 자신의 IP 주소로 사용하려고 시도한다. IP 주소는 노드 식별자의 우선순위에 따라 순차적으로 할당된다. 그러나 여러 노드들이 동시에 네트워크에 들어오는 경우에는 모든 노드가 BEACON 메시지를 받고, 거의 동시에 ANNOUNCE 메시지를 브로드캐스트 하기 때문에 문제가 발생하게 된다. 이 문제는 LiACR 기법에서 미리 정의한 기간 (S) 동안에 제어 메시지들을 수집하여 후보 IP 주소를 선택시 다른 노드의 정보를 활용함으로써 해결할 수 있다. 경쟁에서 승리한 노드는 하나뿐이고, 나머지 노드들은 충돌 없이 자신의 IP 주소를 얻을 때까지 이 과정을 반복하게 된다.

표 2. 특성 비교

Table 2. Comparison of Characteristics

특성	RADA	LiA	LiACR
메시지 오버헤드	적당 (적당)	낮음 (높음)	낮음 (적당)
주소 공간 활용 비율	적당	높음	높음
동작 복잡도	낮음	적당	적당
메모리 요구치	낮음	적당	적당

표 2는 RADA, LiA, LiACR 기법의 대표적 특성의 상대적인 비교를 보여준다. RADA 기법이 4번의 AQ 패킷을 브로드캐스트하는데 비해 LiA와 LiACR 기법은 BEACON 메시지를 받은 후에 ANNOUNCE 메시지를 한 번 브로드캐스트 한다. 그러나 충분히 큰 가용 주소 공간을 가진 상황에서는 다수의 노드들이 동시에 도착하면 RADA 기법이 훨씬 적은 제어 메시지 오버헤드를 가진다. LiA 기법에서는 동시에 도착한 노드들이 동일한 주소를 요청하게 되어, 일정 시간 동안 제어 메시지를 기다리는 LiACR 기법에 비해 훨씬 많은 주소 충돌이 발생한다. 주소 공간 활용 비율의 관점에서는 LiA와 LiACR 기법은 RADA 기법보다 나은 성능을 보인다. 즉, RADA 기법은 사용 중인 IP 주소의 수가 늘어날수록 새로운 노드들이 선택하는 주소의 충돌 확률이 높아진다. 그 외의 특성들은 RADA, LiA, LiACR 기법이 비슷한 성능을 보인다.

RADA 기법은 모든 가용 IP 주소를 사용할 수 없다는 문제가 있다. 네트워크 관리자는 First_PERM_ADDR 인자를 작은 값으로 설정하여 임시 IP 주소의 수를 줄일 수는 있지만, 이것은 임시 IP 주소의 충돌 가능성을 높이고 주소 할당 시간을 길어지게 한다. 만일 IP 주소 공간이 작으면, IP 주소를 순차적으로 할당하기 때문에 LiA와 LiACR 기법의 성능이 좋다.

4.2 정량적 비교

4.2.1 RADA 분석

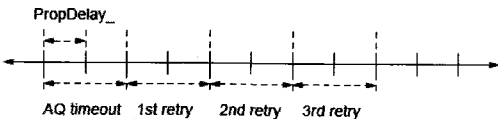


그림 7. RADA 기법에서 IP 주소 할당.
Fig 7. IP Address Assignment in RADA.

그림 7은 충돌 없이 시도된 IP 주소 할당의 과정을 보여준다. 새로운 노드는 첫 번째 AQ 를 보낸 후에 AQ 타임아웃 시간 동안 기다린다. 만일 노드

가 AQ 타임아웃 시간 내에 AR 패킷을 받지 못한다면, 그 과정을 3번 반복한다. (AQ 재전송 회수는 3번으로 설정한다.) 이 때 RADA 기법의 평균 주소 할당 시간(AAT)은 아래와 같이 계산할 수 있다.

$$AAT = (2.0 \times PropDelay) \times 4.0$$

네트워크에 할당 가능한 충분한 IP 주소가 있다면, 네트워크 관리자는 두 네트워크가 동일한 프리픽스를 사용하는 것을 피할 수 있다. 그러나 동일한 프리픽스를 사용하더라도 두 네트워크가 전송 범위 안에 있다면, ACRP 동작이 주소 충돌 문제를 해결할 수 있다.

4.2.2 LiA 분석

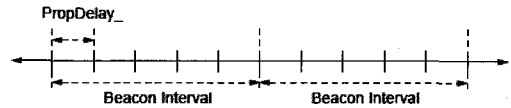


그림 8. LiA 기법에서 IP 주소 할당.
Fig 8. IP Address Assignment in LiA.

그림 8과 같은 노드 도착 시나리오에서 시간 단위는 전파 지연(PropDelay)이고, 비론 간격은 전파 지연 시간의 5배로 설정되어 있다고 가정하자. 첫 번째 전파 지연 동안 최고 IP 주소를 사용하는 노드는 비콘 메시지를 브로드캐스트 한다. 새로운 노드는 비콘 메시지를 기다려야 하는데, 최악의 경우, 4 시간 유닛 동안 기다려야만 한다. 시간 t1과 t2 사이의 노드 도착 확률을 P(t1, t2)라 하면, LiA의 평균 주소 할당 시간은 다음과 같이 계산되어질 수 있다.

$$AAT = (4.5 \times PropDelay) \times P(0, PropDelay) + (7.0 \times PropDelay) \times P(PropDelay, BeaconInterval)$$

각 비콘 주기 동안 노드 도착과 IP 주소 요청이 균일하게 이루어진다면, 평균 주소 할당 시간은 전파 지연 시간의 6.5배 정도의 값을 보인다.

V. 성능평가

5.1 모의 실험 환경

NS-2 시뮬레이터를 사용하여 RADA, LiA, LiACR 기법들을 구현하고, 그 성능을 (a) 평균 주소 충돌 수, (b) 주소 할당 시간 (AAT, address al-

location time), (c) 제어 오버헤드 (CO, control overhead) 발생의 관점에서 비교한다. AAT는 주소 요청 시작부터 IP 주소 할당 과정이 종료될 때까지의 시간으로 정의하였다. 추가적으로 주소 할당율 (AAR, address allocation ratio)을 사용 중인 IP 주소들의 개수를 가용 주소 공간의 크기로 나눈 값으로 정의한다.

모의 실험에서 사용된 네트워크는 670m X 670m 크기이며, 노드는 250m 전송 범위를 가지고, 전파 모델은 two ray ground를 사용하였다. 전송 지연은 200ms로 가정하고, (a) 일정 주기 동안 한 노드만이 진입하는 패턴(one-in-B)과 (b) 일정 주기 안에 여러 노드들이 도착하는 패턴(some-in-B)의 노드 도착 시나리오에 대한 성능 평가를 수행하였다.

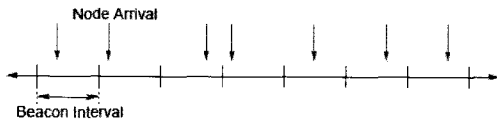


그림 9. 비콘 주기 동안 노드가 도착하는 패턴.
Fig 9. The Pattern of a Node Arrival per a Beacon Interval

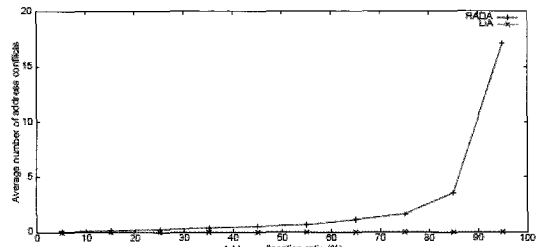
그림 9는 one-in-B 시나리오를 나타낸다. 각 비콘 주기(1초)에 도착하는 노드의 수가 하나인 경우이며, IP 주소 범위는 주소 할당율을 계산하기 위해 사용되었다. IP 주소 공간의 크기는 65,536이며, 모의 실험은 주소 할당율이 0.95 값이 되었을 때 종료한다.

some-in-B 시나리오에서는 IP 주소를 요청하는 새로운 노드의 도착은 지수적 ON/OFF 분포를 따르며, 초당 0.5번의 요청 비율을 가진다. 일정 시간 (전송 지연 시간의 10배) 동안 도착하는 요청의 수를 하나씩 늘린다. 20,000 이상의 IP 주소 공간을 설정하여 두 노드가 동일한 IP 주소를 선택할 가능성은 무시할 수 있을 정도로 작다.

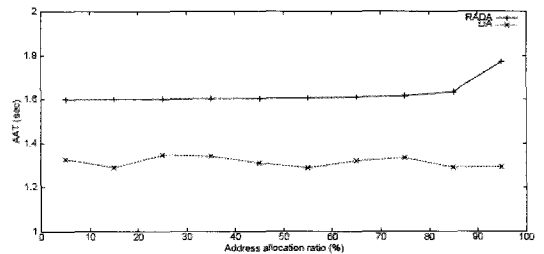
네트워크 병합 시나리오는 IP 주소 공간 크기가 20,000이며, 동일한 개수의 노드들로 구성된 네트워크가 결합되는 시나리오이다. LiA 기법을 사용하면 각 네트워크에서 시작 노드는 0에서 10,000 범위의 시작 IP 주소를 선택한다. 다른 네트워크 식별자를 포함하는 비콘 메시지를 받게 되면, 가장자리에 위치한 노드들은 자신들이 속한 네트워크에 대한 정보를 교환하게 된다. RADA 기법에서 ACRP 주기와 비콘 주기는 2초로 설정하였다.

5.2 one-in-B 시나리오에서의 성능 평가

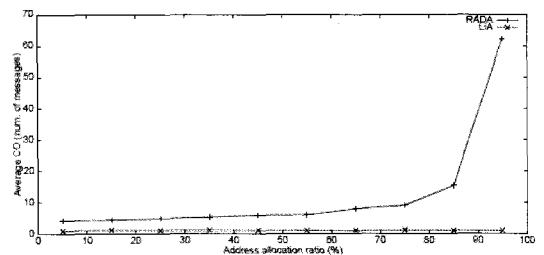
그림 10(a)는 RADA와 LiA 기법의 평균적인 주소 충돌수를 보여준다. 예상한 바와 같이 RADA 기법의 주소 충돌수는 AAR이 증가할수록 늘어난다. 이것은 새로운 노드가 이미 사용되고 있지 않은 남은 IP 주소를 선택할 확률이 줄어들기 때문이다. 더욱이 주소 충돌로 인해 IP 주소를 획득하지 못하면, 다른 새로운 노드와 다시 경쟁하게 된다. 그러나 LiA 기법에서는 최대 IP 주소 등의 네트워크 정보를 사용하기 때문에 AAR의 영향을 받지 않는다. 그러므로 모든 새로운 노드들이 BEACON 메시지를 정상적으로 수신한다면, IP 주소는 충돌 없이 할당된다. AAR이 높을 때는 LiA 기법에서도 가끔 주소 충돌이 일어날 수 있는데, 이것은 IEEE 802.11 MAC 계층의 신뢰성 없는 브로드캐스팅으



(a) 평균 주소 충돌 수.
(a) Average Number of Address Conflicts.



(b) 평균 주소 할당 시간.
(b) Average Address Allocation Time.



(c) 평균 제어 오버헤드.
(c) Average Control Overhead.

그림 10. one-in-B 시나리오.
Fig 10. one-in-B Scenario.

로 인한 제어 메시지의 손실로 주소 충돌 및 복구가 감지되지 않았기 때문이다. 만약 다수의 노드들이 동시에 BEACON 메시지를 다시 브로드캐스트 하면, 패킷 충돌이 일어나 MAC 계층에서의 재전송이 실패할 수도 있다. 최악의 경우에는 새로운 노드가 BEACON 메시지를 전혀 수신하지 못할 수도 있다.

그림 10(b)는 새로운 노드의 AAR에 따른 AAT 변화를 보여준다. RADA 기법을 사용하고 충분한 임시 주소들이 있다면, 새로운 노드가 IP 주소 할당에 걸리는 시간은 평균 1.6초이다. 주소 사용량(AAR)이 증가하면, AAT 역시 빈번한 주소 충돌로 인하여 증가하게 된다. LiA 기법에서는 새로운 노드가 자신의 IP 주소를 획득하는데 평균 1.3초 정도의 시간이 소모된다. 이러한 결과들은 이전 AAT 정량적 분석을 통해 검증할 수 있다. RADA 기법의 AAT는 $2 \times 0.2 \times 4.0$ 으로 계산되어 1.6초이고, LiA 기법의 AAT는 6.5×0.2 로 계산되어 1.3초로 모의 실험 결과와 일치한다는 것을 알 수 있다. 그림 10(b)에서 AAT를 변화시킬 때 RADA 기법이 LiA 기법에 비해 큰 값을 가진다. RADA 기법에서 새로운 노드는 3번의 AQ 패킷을 브로드캐스트 하고 일정 시간을 기다려야 하지만, LiA 기법에서는 BEACON 메시지를 수신할 때까지 한 번의 일정 시간 동안만 기다리면 된다.

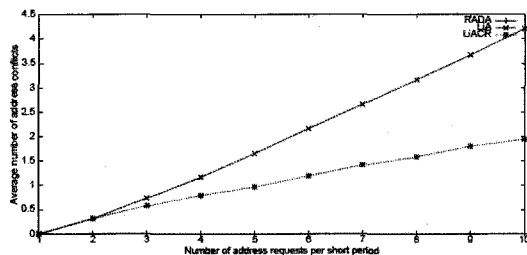
그림 10(c)는 새로운 노드의 AAR에 따른 제어 메시지 오버헤드를 보여준다. RADA 기법은 대부분의 IP 주소가 사용 중일 경우에 많은 제어 메시지가 필요하다. 반면에 LiA 기법에서는 주소 충돌이 없어 주소 할당 재시도가 필요하지 않기 때문에 제어 메시지 오버헤드가 고정적이다. 따라서 LiA 기법은 RADA 기법에 비해 적은 메시지와 에너지만을 사용한다. LiA 기법에서는 비콘 주기마다 하나의 노드만 도착할 경우, AAR 변화는 주소 충돌과 관계가 없다. LiACR 기법도 유사한 경향을 보인다.

5.3 some-in-B 시나리오에서의 성능 평가

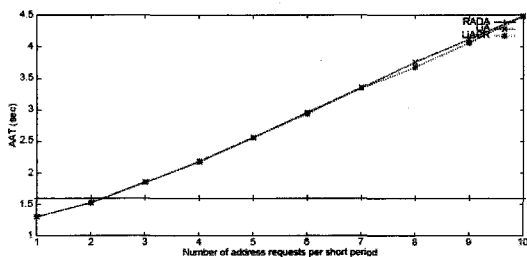
그림 11(a)는 짧은 시간 동안 다수의 노드가 주소 요청을 할 경우의 AAT 변화를 보여준다. 충분한 가용 IP 주소가 있는 경우, RADA 기법을 사용하면 비콘 주기 내에 다수의 노드들이 주소 요청을 한다고 해도 주소 충돌이 거의 발생하지 않는다. 그러나 LiA 기법은 비콘 주기 내에서 IP 주소를 순차적으로 할당하기 때문에 만일 짧은 시간 동안 다수의 노드가 주소를 요청하면, 주소 충돌이 발생하게

되어 AAT가 증가하게 된다. 그림 11(b)는 LiA와 LiACR 기법에서의 AAT 차이가 크지 않다는 것을 보여준다.

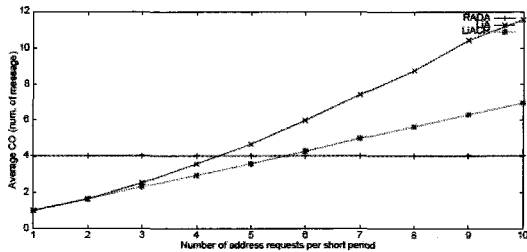
그림 11(c)는 제어 메시지 오버헤드를 나타낸다. RADA 기법은 일정 제어 메시지 오버헤드를 가지고, LiACR 기법은 LiA 기법보다 적은 제어 메시지 오버헤드를 가진다. LiA 기법을 사용할 때, N개의 주소 요청이 한 비콘 주기 내에 발생하면, 하나의 노드만이 해당 IP 주소를 획득할 수 있고, N-1개의 노드들은 다음 비콘 주기에 다시 경쟁을 해야 한다. 그러나 LiACR 기법에서는 각 노드가 다른 N-1개 노드들로부터 ANNOUNCE 메시지들을 수집하여 하나의 노드만이 WINNER 메시지를 브로드캐스트 하고, 나머지 노드들은 자신의 우선순위에 맞게 후보 IP 주소를 선택하여 다시 ANNOUNCE 메시지를 보낸다. 그림 11(c)는 LiACR 기법의 주소 충돌



(a) 평균 주소 충돌 수.
(a) Average Number of Address Conflicts.



(b) 평균 주소 할당 시간.
(b) Average Address Allocation Time.



(c) 평균 제어 오버헤드.
(c) Average Control Overhead.

그림 11. some-in-B 시나리오.
Fig 11. some-in-B Scenario.

해결 방식이 두 번째 비콘 주기에, 동일한 IP 주소에 대한 경쟁 노드의 수를 N-1에서 1로 낮추어 제어 메시지 오버헤드를 줄일 수 있음을 보여준다.

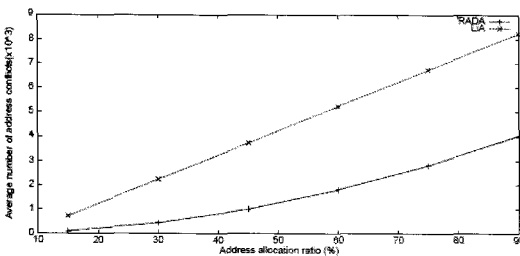
5.4 네트워크 병합 시나리오

그림 12(a)는 두 네트워크가 병합될 때 평균 주소 충돌수를 보여준다. LiA 기법은 각 네트워크의 초기 노드가 자신의 IP 주소를 사용 가능한 주소 공간의 앞쪽 1/2 공간에서 선택하기 때문에, 전체 사용 가능한 주소 공간에서 자신의 IP 주소를 선택하는 RADA 기법에 비해 두 네트워크가 병합될 때 더 많은 중복된 주소 공간이 발생한다. 또한 각 네트워크를 구성하는 노드의 수가 많을수록 주소 충돌은 AAR에 비례하여 증가한다.

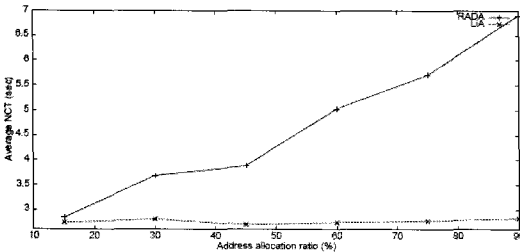
그림 12(b)는 각 네트워크에서 AAR에 따른 네트워크 수렴 시간(NCT)을 보여준다. NCT는 두 네트

워크가 만난 시점부터 모든 주소 충돌이 해결될 때까지의 시간을 의미한다. RADA 기법에서는 네트워크 병합을 위한 특별한 동작 과정이 없지만, ACRP 동작이 주소 충돌을 해결할 수 있다. 몇 번의 ACRP 기간 내에 동일한 IP 주소를 가진 노드들은 주소 중복을 인식하고, 가장 높은 우선순위의 한 노드만이 해당 IP 주소를 사용하고 다른 노드들은 새로운 노드와 마찬가지로 주소 할당 과정을 다시 수행한다. 따라서 RADA 기법의 NCT는 AAR 증가에 따라 비례적으로 증가한다. 그러나 LiA 기법에서는 SHIFT 메시지를 사용하기 때문에 한 번에 모든 중복 주소를 변경할 수 있다. 비록 네트워크 병합을 감지하는 시간에 차이가 있을 수는 있지만, 한 두 번의 비콘 주기에 이루어진다.

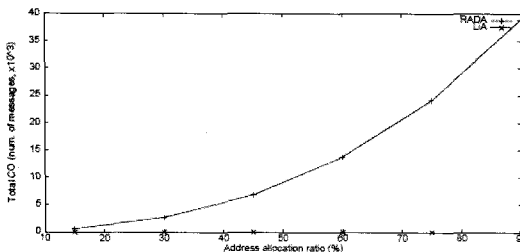
그림 12(c)는 두 네트워크 병합할 때 발생하는 전체 제어 메시지들 개수를 보여준다. RADA 기법에서는 동일한 주소를 사용하던 각 노드가 유일한 주소를 할당받기 위해 추가적인 제어 메시지들을 필요로 한다. AAR 증가에 따라 더 많은 주소 충돌이 발생하게 되어 이러한 오버헤드는 더욱 증가한다. 반면에 LiA 기법에서는 하나의 SHIFT 메시지로 동시에 거의 모든 주소 충돌을 해결할 수 있기 때문에 제어 메시지 수가 거의 일정한 수준을 유지한다.



(a) 중복된 주소의 수.
(a) Average Number of Address Conflicts.



(b) 네트워크 수렴 시간.
(b) Network Convergence Time.



(c) 평균 제어 메시지 오버헤드.
(c) Average Control Message Overhead.

그림 12. 네트워크 병합 시나리오.
Fig 12. Network Merge Scenario.

VI. 결론

본 논문은 이동 애드 혹 네트워크에서 IP 주소 자동 설정을 위한 RADA, LiA, LiACR 기법을 제안하였다. 기본적으로 후보 IP 주소를 선택하여 해당 애드 혹 네트워크에서 후보 IP 주소의 유일성을 확인하는 과정을 거치는 기법들이다. LiA 기법이 순차적으로 IP 주소를 할당하는 방식에 반해, RADA 기법은 임의 주소 선택을 기반으로 동작한다. IP 주소 공간이 충분하다면, RADA 기법은 주소 충돌이 없이 빠르게 주소를 할당할 수 있다. LiA 기법은 IP 주소의 낭비 없이 거의 모든 가용 IP 주소의 할당이 가능하다. 그러나 다수의 노드들이 동시에 네트워크에 도착하게 되면, LiA 기법은 주소 충돌을 해결하기 위하여 주소 할당 시간을 길어지게 되고, RADA 기법에 비해 큰 제어 메시지 오버헤드를 발생시킨다. LiACR 기법은 LiA 기법을 확장한 것으로 거의 동일한 주소 할당 시간을 유지하면서 제어 메시지의 수도 줄일 수 있다.

NS-2 시뮬레이터 상에서 RADA, LiA, LiACR 기법을 구현하고, 다양한 주소 할당 비율과 노드 도

착 시나리오를 사용하여 성능 평가를 수행하였다. 실험 결과는 짧은 시간 내에 다수의 노드들이 네트워크에 참여하게 되면, RADA 기법은 Li나 LiACR 기법보다 빠르게 주소를 할당할 수 있고, 가용 주소 공간이 작은 경우에는 Li나 LiACR 기법이 주소 공간을 더 효율적으로 사용할 수 있다는 것을 보여준다. 다수의 노드들이 동시에 도착하는 시나리오에서는 IEEE 802.11 MAC 표준의 브로드캐스팅 방법이 충돌 감지와 복구 기능을 가지고 있지 않기 때문에 모든 주소 자동 설정 기법들의 신뢰성이 저하되었다. 추후 주소 자동 설정 기법의 신뢰성 향상을 위한 추가 기법과 재사용 가능한 IP 주소를 활용하여 주소 할당 시간을 줄이는 기법에 대한 연구를 진행할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] IETF Mobile Ad-hoc Networks (manet) Working Group, "http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html".
- [2] Perkins, C., Malinen, J., Wakikawa, R. and E. Belding-Royer, "IP Address Autoconfiguration for Ad Hoc Networks," I-D draft-perkinsmanet-autoconf-01.txt, November 2001.
- [3] Jeong, J., Park, J., Kim, H. and D. Kim, "Ad Hoc IP Address Autoconfiguration," I-D draft-jeong-adhoc-ip-addrautoconf-02.txt, February 2004.
- [4] S. Ruffino, P. Stupar, T. Clausen and S. Singh, "Connectivity Scenarios for MANET," I-D draft-ruffino-connsenarios-00.txt, February 2005.
- [5] N. H. Vaidya, "Weak Duplicate Address Detection in Mobile Ad Hoc Networks," In Proceedings of the ACM Mobihoc 2002, Lausanne, Switzerland, June 2002, pp. 206-16.
- [6] Thomson, S. and Narten, T., "IPv6 Stateless Address Autoconfiguration," RFC 2462, December 1998.
- [7] IETF Ad-hoc Network Autoconfiguration (autoconf) Working Group, "http://www.ietf.org/html.charters/autoconfcharter.html".
- [8] S. Mesargi and R. Prakash, "MANETconf: Configuration of Hosts in a Mobile Ad Hoc Network," in Proceedings of the IEEE

Conference on Computer Communications (INFOCOM), New York, NY, 2002.

- [9] VINT Group, "UCB/LBNL/VINT Network Simulator ns (version 2)," http://www.isi.edu/nsnam/ns.

최 낙 중 (Nakjung Choi)

학생회원



2002년 2월 : 서울대학교 전기컴퓨터공학부 졸업
 2004년 2월 : 서울대학교 전기컴퓨터공학부 석사
 2004년 3월~현재 : 서울대학교 전기컴퓨터공학부 박사과정
 <관심분야> 멀티홉 무선 네트워크, 무선랜 MAC 프로토콜 개선, 이기종 망의 연동, 트래픽 엔지니어링

정 어 진 (Uhjin Joung)

준회원



2005년 2월 : 한밭대학교 정보통신 컴퓨터공학부 졸업
 2007년 2월 : 경북대학교 컴퓨터공학과 졸업
 2007년 2월~현재 : (주)모비루스에 근무중
 <관심분야> 이동 애드 혹 네트워크에서의 주소 자동 설정 및 MAC 프로토콜

김 동 균 (Dongkyun Kim)

정회원



1994년 2월 : 경북대학교 컴퓨터공학과(학사)
 1996년 2월 : 서울대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
 2001년 2월 : 서울대학교 전기컴퓨터공학부(공학박사)
 1999년 : 미국 Georgia Institute of Technology, 방문 연구원
 2002년 : 미국 University of California at Santa Cruz, Post-Doc. 연구원
 2003년 3월~현재 : 경북대학교 컴퓨터공학과 조교수
 <관심분야> 이동인터넷, 초고속 인터넷, Mobile Ad Hoc Network, 무선 LAN 등

최 양 희 (Yanghee Choi)

정회원



1975년 2월 : 서울대학교 전자공
학과 공학사

1977년 2월 : 국립과학기술원 전
자공학과 석사

1984년 : 프랑스 국립전기통신대
학 컴퓨터공학 박사

1991년~현재 : 서울대학교 컴퓨

터공학과 교수

2005년~현재 : 한국과학기술한림원 회원

<관심분야> 무선 모바일 네트워크, 미래 인터넷, IP기
반 멀티미디어 트래픽