

# 차세대 이동통신망에서 효율적인 IPv6 주소할당 방안

정회원 정 현 철\*, 민 상 원\*\*

## Effective IPv6 Address Allocation Mechanism in All IP Wireless Networks

Hyun-Chul Jung\*, Sang-Won Min\*\* *Regular Members*

### 요 약

이동통신망 환경에서의 효과적인 IP 기반 서비스 적용을 위해서는 IP 관련 기술들의 이동통신망으로의 적용 및 이동단말들의 글로벌 IP 주소 소유여부가 중요하다. 현재 3GPP에서 제시하는 IPv6 주소할당 메커니즘은 이동단말과 위치상으로 멀리 떨어진 GGSN에 의해 일괄적으로 이루어지며 이것은 주소할당에 있어 이동단말에게는 시간 지연의 문제와 코어 망에서의 트래픽 증가문제를 발생시킨다. 본 논문에서는 현재의 IPv6 주소할당 메커니즘을 개선한 방식으로 RAN에 위치해 있는 Node B가 주소할당을 수행하는 새로운 IPv6 주소할당 메커니즘을 제안한다. 제안한 IPv6 주소할당 메커니즘은 기존의 주소할당 메커니즘보다 짧은 시간 내에 이동단말에게 IPv6 주소를 할당하며 현재의 주소할당 메커니즘과 공존하여 이동통신망의 신뢰도를 높인다. 그리고 Node B에 몇 가지 기능이 추가되어지는 것을 제외하고는 현재 이동통신망의 구조를 변화시키지 않고 적용되어질 수 있다.

### ABSTRACT

For the effective IP-based service implementation in the wireless network environment, involvement of IP-related technologies in wireless networks is inevitable and globally unique IPv6 address allocation to the mobile node has become an important issue. In the 3GPP's address allocation mechanism, IPv6 address allocation procedure is performed by the GGSN, which is normally located far from the mobile nodes. This causes IPv6 address allocation time delay and traffics to be longer and increased in the core network, respectively.

In this paper, we propose a new IPv6 address allocation mechanism that is performed by Node B located in RAN. The proposed IPv6 address allocation mechanism can provide IPv6 addresses to mobile nodes within a more reduced time than existing 3GPP's IPv6 address allocation mechanism, and co-operates with existing mechanism as an overlay model to improve reliability of wireless networks. And, for implementation of the proposed address allocation mechanism, it needs not to change the structure of current wireless networks except for the some functional addendum of Node B.

### I. 서 론

최근 급속하게 발전한 인터넷은 더 이상 특정목적의 사용자가 대상이 아니라 일반 사용자를 대상으로 하고 있으며 이는 Internet Engineering Task Force (IETF)의 Internet protocol (IP)의 성공적인 적용과 확장에 기인한다. 과거의 통신개념은 음성,

영상, 데이터통신 등이 각각 구분 지어져 사용되어지고 발전되었으나 현재는 인터넷 환경아래 멀티미디어라는 하나의 개념으로 모두 통합되어 진화하고 있는 추세이며 네트워크의 구성측면에서도 이종 네트워크 간의 통합과 연동에 관한 노력이 이루어지고 있다<sup>[1]</sup>.

차세대 이동통신망에서는 실시간 서비스 및 데이터 서비스들이 모두 IP를 기반으로 이루어지기 때문에 이들 서비스의 원활한 적용을 위해 이동 단말들의 고정 IP 주소 획득이 필수적이다. 하지만 현재

\* 삼성전자 네트워크사업부 시스템개발팀 (hc0221.jung@samsung.com),

\*\* 광운대학교 전자통신공학과 통신프로토콜연구실(min@daisy.gwu.ac.kr)

논문번호 : 030014-0107, 접수일자 : 2003년 1월 7일



의 인터넷 프로토콜인 Internet protocol version 4 (IPv4)는 인터넷의 발전과 더불어 여러 한계들을 드러내고 있으며 이를 해결하고자 새로운 인터넷 프로토콜인 IPv6가 등장하게 되었다<sup>[3]</sup>.

IP 기반 이동통신망에서 IPv6 주소할당 메커니즘은 현재 3GPP의 표준문서에서 정의하고 있으며 정의하고 있는 메커니즘에서는 코어 네트워크에 위치하는 gateway GPRS support node (GGSN)이 이동단말로의 주소할당에 관련된 기능들을 수행한다. 즉, Internet service provider (ISP)나 dynamic host configuration protocol (DHCP) 서버들이 제공하는 주소들을 이동단말들에게 전달하는 relay agent 역할을 수행하거나 위치하고 있는 도메인의 네트워크 프리픽스 정보를 이동단말들에게 전달해 줌으로써 이동단말들이 주소를 생성할 수 있게 한다<sup>[4]-[7]</sup>. 하지만 이 방식은 이동단말이 위치상으로 멀리 떨어져 있는 GGSN으로부터 주소를 할당 받기 때문에 주소할당 시 긴 시간이 소요되고 네트워크에서의 트래픽 증가 문제가 발생한다.

본 논문에서는 IP 기반 이동통신망에서 개선된 형태의 IPv6 주소할당 메커니즘을 제안한다. 제안한 IPv6 주소할당 메커니즘에서는 이동단말에게 주소를 할당해주는 노드가 Node B로써 주소할당 시간 및 코어 네트워크에서의 관련 트래픽들을 감소시킨다. 본 논문에서는 제안한 IPv6 주소할당 메커니즘에 대해 시뮬레이션을 통해 성능을 검증하였고 시뮬레이션 결과값은 제안한 메커니즘이 현재의 메커니즘보다 나은 성능을 보여 현재 3GPP가 정의하는 주소할당 메커니즘보다 효과적으로 주소를 이동단말에게 할당할 수 있음을 확인하게 하였다.

본 논문은 2장에서 IPv6와 차세대 이동통신망, 그리고 현재 3GPP 표준에서 정의하고 있는 주소할당 메커니즘에 대해서 설명하고 3장에서는 본 논문에서 제안하는 IPv6 주소할당 메커니즘에 대해서 설명한다. 4장에서는 현재의 IPv6 주소할당 메커니즘과 제안한 IPv6 주소할당 메커니즘의 성능을 시뮬레이션을 통해 비교 분석하고 마지막 5장에서 결론을 맺는다.

## II. 차세대 이동통신망에서의 IPv6

### 2.1 IPv6

IPv6는 현재의 인터넷 프로토콜인 IPv4의 주소고갈문제 해결 및 보안기능의 강화, 효율적인 라우팅, 이동성의 지원, QoS 보장 등을 목표로 IETF에서

1991년에 시작되어 1996년 기본규격에 대한 표준화가 완료된 차세대 인터넷 프로토콜이다<sup>[3][8]</sup>. IPv6는 2128 개의 충분한 글로벌 주소와 그룹통신을 위한 멀티캐스트 및 애니캐스트 주소를 제공하고 통합된 어드레싱 방식을 지원하며 이동 IP 환경에서의 단말들을 지원할 수 있는 mobile IP 메커니즘을 지원한다. 또한 간단해진 헤더구조로 인해 효율적인 라우팅이 가능하고 IPsec을 기본으로 채택하여 보안문제를 개선하며 IPv6 헤더에 flow label 및 traffic class 필드를 포함함으로써 QoS 지원을 강화한다. 그리고 주소할당 방식에 있어 DHCP 서버와 같은 외부 장비를 사용하는 stateful address allocation 방식과 함께 사용자가 주소 구성에 직접 개입할 필요 없이 해당 도메인으로부터 제공 받은 네트워크 프리픽스와 단말의 인터페이스ID를 단말 스스로가 조합하여 글로벌 주소를 생성하는 stateless address autoconfiguration 방식을 지원한다<sup>[3][9]</sup>.

IPv6는 IPv4와는 달리 통신 범위에 따라 각각 다른 주소들을 사용할 수 있으며 이들 주소는 라우터를 넘지 않는 범위의 단일 링크 내에서만 사용되어질 수 있는 링크 로컬주소와 하나의 사이트 내에서만 사용되어질 수 있는 사이트 로컬주소, 그리고 외부 인터넷과의 연결이 가능한 글로벌 주소로 나뉜다. 우선 링크로컬 주소는 미리 정해진 111111010 (FE80::/10)의 링크 로컬 프리픽스를 사용하여 주소를 생성한 후 duplicate address detection (DAD) 과정을 수행, 해당 링크 내에서 주소충돌이 없는 경우 해당주소를 사용하게 된다. 반면에 사이트 로컬 주소나 글로벌 주소는 해당 도메인의 라우터로부터 네트워크 프리픽스 정보를 획득하여 주소를 생성한 다음 DAD 과정을 따로 수행하지 않고 해당주소를 사용한다<sup>[3][8][9]</sup>.

IPv6 헤더는 기본 길이가 40바이트로 IPv4의 20 바이트보다 크다. 하지만 헤더내의 필드가 8개로 IPv4의 12개 보다 적으며 확장 필드들이 기본 헤더의 내부가 아닌 헤더 외부에 위치하기 때문에 네트워크 노드에서 IPv6 패킷의 처리과정이 단순해지고 결과적으로 IPv4 보다 효과적인 라우팅이 가능하다.

### 2.2 All IP 기반 차세대 이동통신망

이동통신망 표준화단체인 유럽의 3GPP와 북미의 3GPP2에서는 차세대 이동통신망을 위한 전송 프로토콜로써 IP를 채택하였으며 IP와 관련된 여러 기술들 또한 적극적으로 수용하고 있다. 현재 3GPP와 3GPP2에서는 각각 UMTS / wideband code



division multiple access (WCDMA)와 CDMA2000 이라는 이름으로 차세대 이동통신망 표준화 작업을 진행시키고 있으며 코어 망 부분의 표준화에 관련하여 두 단체 사이의 공동 작업도 진행 중이다. 그림 1과 그림 2에는 각각 3GPP와 3GPP2에서 정의하는 IP 기반 이동망을 도식하였다<sup>[1][10][12][18]</sup>.

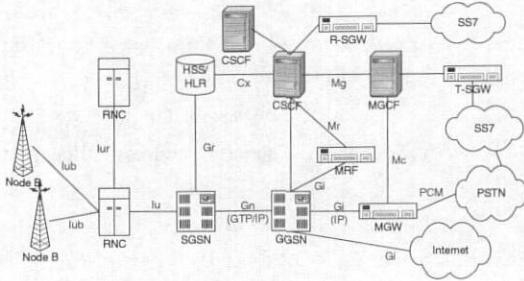


그림 1. 3GPP에서 정의한 IP 기반 이동통신망

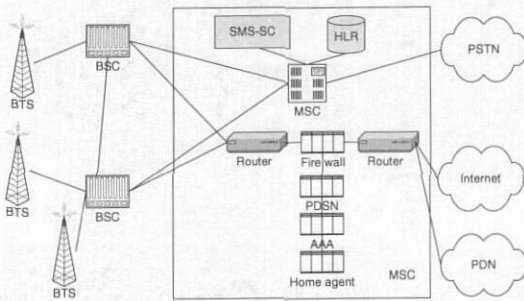


그림 2. 3GPP2에서 정의한 IP 기반 이동통신망

이들 차세대 이동통신망은 최소 144Kbps, 최대 2Mbps의 데이터 서비스를 목표로 하며 2Ghz에서 동작한다. 그림 2에서 볼 수 있듯이 3GPP2에서는 radio access network (RAN) 부분의 표준화를 주로 수행했기 때문에 코어 망 부분이 3GPP의 코어 망에 비해 상대적으로 간단하다. 3GPP에서는 패킷 데이터의 처리를 위한 코어 망의 노드로 packet data serving node (PDSN)만을 정의하고 있으며 사용자 인증을 위한 authentication, authorization, accounting (AAA) 서버와 mobile IP를 위한 home agent (HA)를 정의한다<sup>[1][12]</sup>.

3GPP의 UMTS는 GPRS에서 발전한 차세대 이동통신망으로써 이종의 베어러 메커니즘을 제어하기 위한 독립적인 전송 메커니즘 정의, 여러 전송 메커니즘과의 연동을 위한 각각의 표준 규격 정의, 네트워크의 확장성과 유연성을 위한 각 기능들의 분리, 베어러 계층과 call 제어 그리고 서비스 계층간의

분리, radio access 기능과 네트워크 기능의 분리 등을 통해 이동통신망 내부에서 각 노드들과 프로토콜간의 효율적인 동작을 가능하게 한다. 또한 circuit switching (CS) 방식과 packet switching (PS) 방식의 지원, 이동성 관리부분의 기능독립, 다양한 이동장비의 지원 및 액세스 기술들과의 연동, 그리고 서로 다른 이동망간의 로밍 등을 지원함으로써 진화한 형태의 IP 기반 이동통신망을 위한 요구 사항들을 정의하고 있다<sup>[1][10][11][15][16]</sup>.

### 2.3 현재의 IP 기반 이동통신망에서 IPv6 주소할당 메커니즘

현재 유럽의 이동통신망 표준화 단체인 3GPP에서는 주소할당 메커니즘으로 IPv6 stateless address autoconfiguration 방식과 IPv4 stateful address allocation 방식을 각각 3GPP TS 23.060과 3GPP TS 29.061 문서에서 표준안으로 정의하고 있다. 하지만 IPv6 stateful address allocation 방식은 표준안으로써 따로 정의하고 있지 않으며 단지 3GPP TS 23.060 문서에서 3GPP TS 29.061에서 정의하는 IPv4 stateful address allocation 과정을 따른다고 명시되어 있을 뿐이다<sup>[4][5][19][20]</sup>. 본 절에서는 IPv6 stateless address autoconfiguration 방식과 IPv6 stateful address allocation 방식을 설명한다.

우선 IPv6 stateless address autoconfiguration 과정은 다음과 같다. 먼저 packet data protocol (PDP) context 활성화 과정을 통해 GGSN과 이동단말과의 링크가 설정되면 해당 PDP context는 제한된 범위에서만 사용 가능한 링크로컬 주소를 GGSN으로부터 할당 받는다. 하지만 이 주소는 해당 링크에서만 사용되어질 수 있기 때문에 이 주소를 갖는 패킷들은 해당 도메인 내의 라우터에 의해서 외부로의 전송이 차단된다. 따라서 이동단말은 외부의 패킷 데이터 네트워크와 통신하기 위해서 글로벌 주소가 필요하게 되며 이것은 GGSN이 PDP context 활성화 과정 이후에 advertisement한 네트워크 프리픽스 정보와 이동단말 자신의 인터페이스 ID를 조합하여 주소를 생성함으로써 얻을 수 있다. 이후 이동단말의 생성된 주소는 PDP context 변형 과정을 통해 SGSN과 GGSN에서 갱신된다<sup>[4][13][14]</sup>. 그림 3은 IPv6 stateless address autoconfiguration 방식에 대한 전반적인 과정을 나타내었다. 그림 3의 1)번 과정에서 FE80::/10은 링크 로컬 주소임을 나타내는 IPv6 표준에서 미리 정의된 프리픽스 값이고 220:aff:fe86:f997은 이동단



말의 인터페이스 ID이며 2)번 과정에서 GGSN이 단말들에게 전송하는 네트워크 프리픽스 값은 2001:230:203:1/64 이다.

다음은 IPv6 stateful address allocation 방식에 대한 설명이다. 이 방식은 IPv6 stateless address autoconfiguration 방식과는 달리 주소를 할당해 줄 수 있는 DHCPv6와 같은 장비들이 해당 네트워크 혹은 외부 ISP내에 존재해야 하며 주소할당 과정에 있어서도 IPv6 stateless address autoconfiguration 방식보다 몇 개의 과정이 더 요구된다. 그 과정을 살펴보면 이동단말은 먼저 GGSN과 PDP context를 설정하고 이후 이동단말은 네트워크 내의 DHCPv6 서버나 ISP의 DHCPv6 서버에게 DHCPREQUEST 메시지를 보내 주소요청을 하게 된다. 이를 수신한 DHCPv6 서버들은 자신들이 제공할 수 있는 주소를 이동단말에게 DHCP OFFER 메시지를 통해 제공하게 되고 이를 수신한 이동단말은 그 주소들 중 하나를 선택하여 주소를 제공한 해당 DHCPv6 서버에게 추가 정보를 요구, 글로벌 주소를 획득하게 된다<sup>[5][17]</sup>. 그림 4는 IPv6 stateful address allocation 과정을 도식하였다.

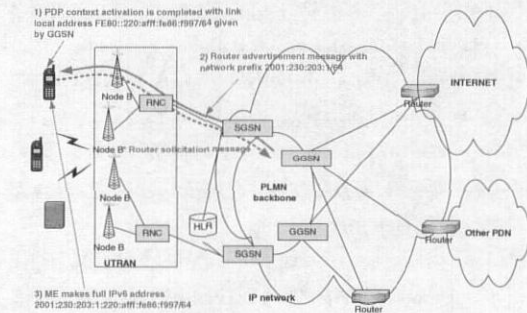


그림 3. IPv6 stateless address autoconfiguration 과정

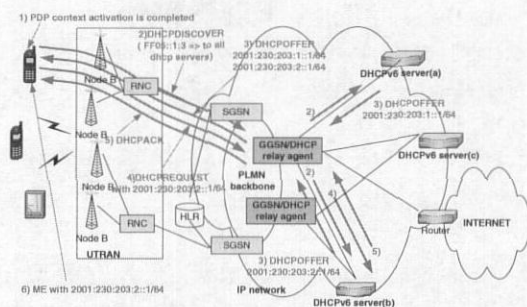


그림 4. IPv6 stateful address allocation 과정

### III. 제안한 IPv6 주소할당 방안

본 장에서는 현재 3GPP에서 정의하는 IPv6 주소 할당 메커니즘인 stateless address autoconfiguration 및 stateful address allocation 메커니즘을 수정한 개선된 형태의 IPv6 주소할당 메커니즘에 대해 기술한다.

#### 3.1 현재의 IPv6 주소할당 메커니즘

현재 3GPP에서 정의하고 있는 IPv6 주소할당 방식은 몇 가지 측면에서 문제점을 가지고 있다. 우선 주소를 할당해 주는 GGSN의 기능이 분산되지 못해 GGSN의 부담이 커진다. 즉, GGSN은 이동단말에게 네트워크 프리픽스 정보를 advertisement 해주거나 DHCPv6 서버로부터의 주소들을 전달해주는 relay agent의 기능들을 수행해야 하지만 하나의 GGSN이 관리하는 도메인의 영역이 클 경우 이것은 GGSN에게 부담으로 작용한다. 또한 이것은 GGSN의 기능에 문제가 발생했을 때 주소의 할당이 불가능해지게 되며 따라서 네트워크 신뢰도 측면에서 주소할당 기능이 다른 노드들로 분산될 필요가 있다. 그리고 특정 기능들의 단일 장비로의 집중은 네트워크의 확장 측면에서도 단점으로 작용한다.

다음 문제점으로는 주소를 할당하는 과정 동안에 교환되어지는 메시지들로 인한 코어 네트워크에서의 트래픽 증가 문제를 언급 할 수 있다. 현재의 주소 할당 방식에서는 주소할당에 관계하는 GGSN이 코어 네트워크에 위치하여 RAN 구간에 위치하는 이동단말들에게 주소를 제공하기 때문에 주소할당에 관계되는 메시지들은 이동단말과 GGSN 사이에 존재하는 Node B, RNC, SGSN들을 모두 거쳐 네트워크를 통과하게 되고 이것은 각 노드들의 프로세싱 로드와 해당 네트워크에서의 내부 트래픽을 증가시키게 된다. 따라서 주소 할당 기능을 수행하는 기능 노드들의 위치가 재구성되거나 주소 할당에 관계된 절차들의 수정을 통한 내부 트래픽 증가의 방지가 필요하다. 마지막으로 이동단말의 핸드오프 시 주소할당에 소요되는 시간이 멀티미디어 서비스들과 같은 실시간 서비스를 제공하는데 문제가 될 수 있으며 이것 역시 현재의 주소할당방식을 변형하여 개선할 필요가 있다.

#### 3.2 제안한 IP 기반 이동통신망에서 IPv6 주소할당 메커니즘

본 논문에서는 코어 네트워크에 위치하는 단일의 GGSN만이 이동단말에 대한 주소할당 과정을 수행하는 현재의 방식과는 달리 RAN 구간에서 무선 인터페이스를 통해 이동단말과의 물리적 연결을 제공



하는 Node B가 자신이 관리하는 해당 셀 내의 이동단말들에게 주소를 할당하는 형태의 개선된 IPv6 주소할당 메커니즘을 제안한다.

이를 위해서 Node B는 이동단말에게 제공할 네트워크 프리픽스 정보 및 address pool을 관리할 수 있는 추가 기능들이 필요하다. 즉, Node B는 stateless address autoconfiguration 메커니즘의 지원을 위해서 해당 도메인의 네트워크 프리픽스 정보를 GGSN으로부터 수신 받아 저장하고 있어야 하며 stateful address allocation 메커니즘을 위해서는 해당 네트워크 내의 DHCPv6 서버로부터 일정 부분의 할당 가능한 주소들을 미리 확보하여 address pool에서 관리한다. 이들 네트워크 프리픽스 정보와 주소들은 이동단말과 GGSN 사이에서 PDP context 활성화 과정이 종료되면 Node B에 의해 즉시 해당 이동단말에게 제공되어지고 이를 수신한 이동단말은 PDP context 변형 과정을 통해 SGSN과 GGSN의 주소정보 리스트를 갱신한다.

그림 5는 제안한 메커니즘을 통한 IPv6 stateless address autoconfiguration 과정을 나타내었고 계속해서 그림 6은 제안한 IPv6 stateful address allocation 과정이다.

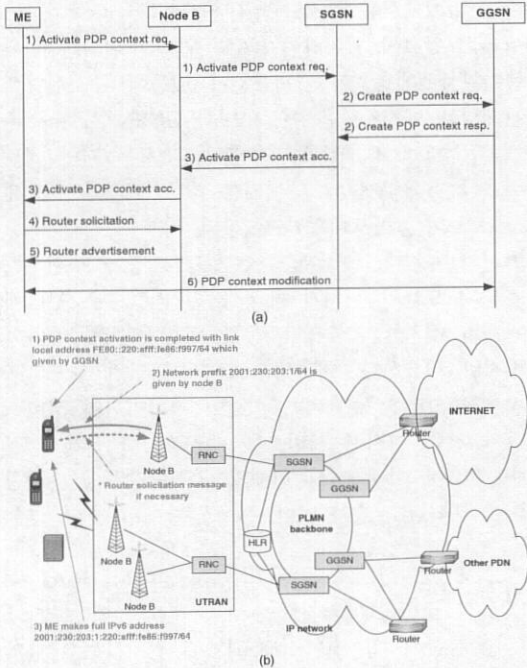


그림 5. 제안한 IPv6 stateless address autoconfiguration 과정

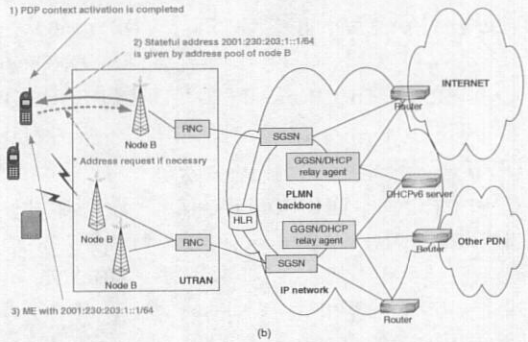
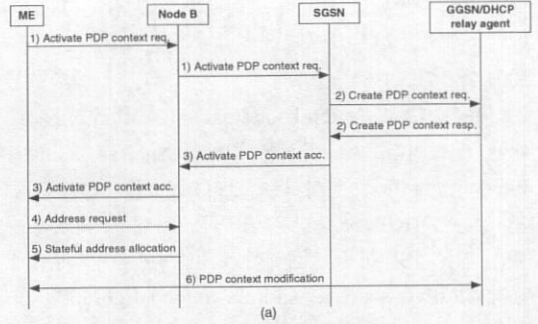


그림 6. 제안한 IPv6 stateful address allocation 과정

제안한 IPv6 stateful address allocation 메커니즘은 다음과 같은 기존의 메커니즘이 제공하였던 두 가지 사항을 제공하지 못한다. 첫 번째는 이동단말이 외부 ISP가 제공하는 주소를 사용하지 못한다는 것이고 두 번째는 DHCPDISCOVER 메시지 내에 주소를 제공하는 DHCPv6 서버들의 리스트를 포함시켜 이들 DHCPv6 서버들이 제공하는 주소들 중 하나를 이동단말이 선택하지 못하는 것이다. 단지 내부 네트워크의 DHCPv6 서버만이 제공하는 주소를 제안한 메커니즘에서는 사용해야 하는데 그 이유는 주소할당에 관계된 협상 과정을 줄이기 위해 Node B는 네트워크 관리자에 의해 사전에 네트워크 내에 위치하는 DHCPv6 서버의 address pool로부터 주소의 일부분을 미리 할당 받아 이동단말들에게 제공하기 때문이다.

하지만 제안한 메커니즘에서는 이 두 가지 사항들의 사용을 완전히 금지하지는 않으며 단지 이 경우 기존의 메커니즘으로 주소할당이 이루어지게 한다. 즉, Node B가 이동단말에게 주소를 할당한 후 이동단말로부터 외부 네트워크의 DHCPv6 서버 목록을 포함하는 DHCPDISCOVER 메시지를 수신하면 Node B는 할당한 주소를 회수하고 GGSN이 수행하는 기존의 주소할당 과정을 수행하게 한다. 그



림 7은 Node B의 동작에 대한 플로우 차트이다.

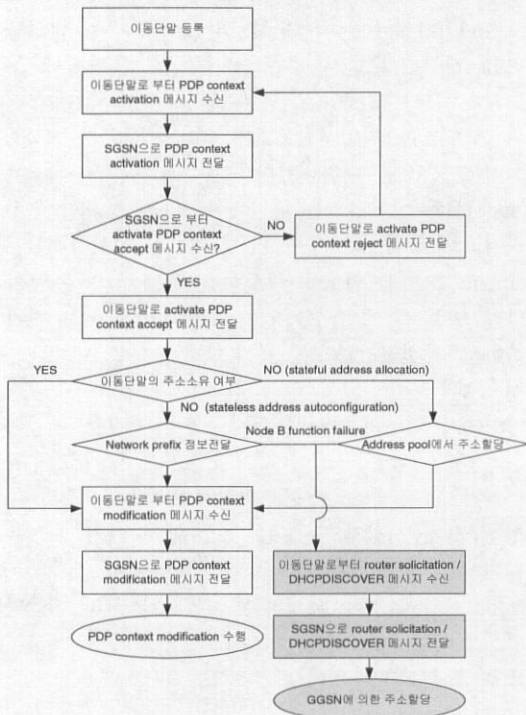


그림 7. Node B의 동작 플로우 차트

본 논문에서 제안하는 IPv6 주소할당 메커니즘에서는 네트워크 신뢰도의 보장 및 기존의 주소할당 메커니즘에서 제공하는 몇몇 기능들의 수용을 위해 GGSN을 사용하는 기존의 주소할당 메커니즘이 보조적인 기능을 수행한다. 그림 8과 그림 9에는 IPv6 stateless address autoconfiguration 방식에서 Node B의 문제발생시 동작 과정과 IPv6 stateful address allocation 방식에서 Node B의 문제발생시 동작 과정들을 각각 도식하였다.

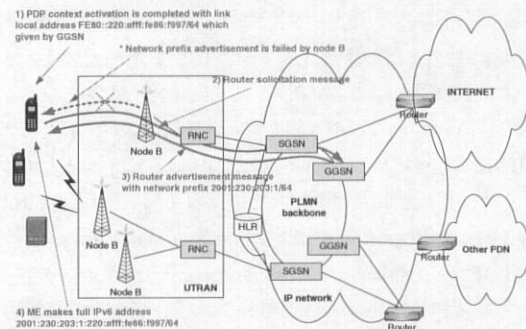


그림 8. IPv6 stateless address autoconfiguration 방식에서 라우팅 수정과정

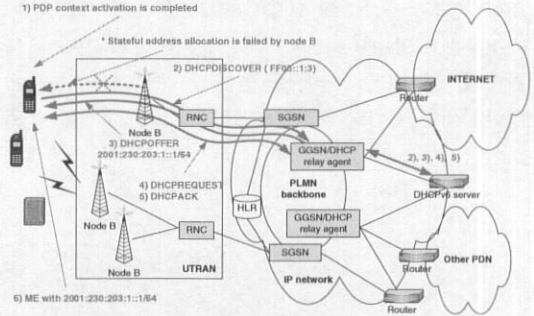


그림 9. IPv6 stateful address allocation 방식에서 라우팅 수정과정

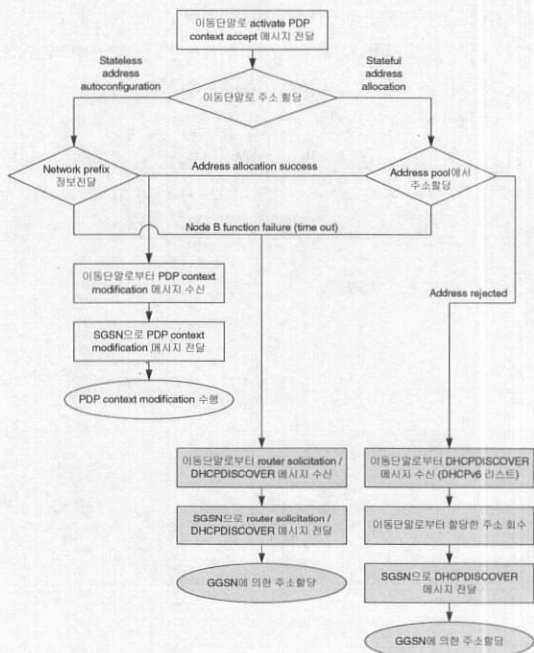


그림 10. 문제 발생시 Node B의 동작 플로우 차트

그림 8과 그림 9에서 볼 수 있듯이 Node B의 주소 할당 기능에 문제가 발생했거나 앞서 미리 언급한 바와 같이 IPv6 stateful address allocation 방식에서 이동단말이 외부 ISP가 제공하는 주소를 요구할 경우, 혹은 Node B의 address pool에 할당할 수 있는 주소가 고갈되었을 경우에 Node B는 이동단말에게 네트워크 프리픽스 정보나 주소를 할당할 수 없게 된다.

따라서 이동단말은 주소할당에 관계된 타이머가 종료되거나 얻고자 하는 주소를 Node B로부터 획득하지 못했을 경우에 router solicitation 메시지나 DHCPDISCOVER 메시지를 각각 Node B를 거쳐 GGSN으로 보내게 되고 이를 수신한 GGSN은 주



소할당 과정을 Node B를 대신하여 수행하게 된다. 이것은 GGSN이 Node B의 기능을 보조하여 네트워크의 신뢰도를 높이는 역할을 수행함과 동시에 정상시에는 GGSN의 프로세싱 로드를 Node B로 분산시킬 수 있다는 장점이 있다. 그림 10은 문제발생시 Node B의 동작 플로우 차트이다.

#### IV. 시뮬레이션 및 성능분석

##### 4.1 시뮬레이션 환경

본 시뮬레이션에서는 제안한 메커니즘의 성능분석을 위한 툴로써 UC Berkeley의 network simulator 2 (NS-2)를 사용하였다. 이를 위해 레드햇 7.0 기반의 리눅스를 OS로써 사용하였고 2.1b9 버전의 NS를 설치하였다<sup>[21]</sup>. 시뮬레이션을 위한 네트워크는 유무선 LAN 환경으로 그림 11과 같이 구성하였고 이들은 각각 이동단말에 대한 IPv6 주소할당을 위한 유무선 복합 망과 이동단말이 현재의 Node B에

서 인접한 Node B로 이동 시 IPv6 주소의 할당을 고찰 할 수 있게 하는 mobile IP 망을 나타낸다.

그림 11(a)에서는 이동단말로의 IPv6 주소 할당을 위한 시뮬레이션 네트워크를 구성하기 위해서 두 개의 유무선 도메인을 구성하였고 유선구간에 3개의 노드들을 위치시킴으로써 각각 SGSN, GGSN 그리고 RNC를 나타내었다. 그리고 무선구간에서는 Node B와 이동단말을 나타내는 2개의 노드를 위치시켜 네트워크를 구성하였다. 그림 11(b)에서는 mobile IP 네트워크를 구성하기 위해 앞의 경우와 달리 모두 세 개의 도메인을 고려하였다. 이는 각각 하나의 유선구간과 두 개의 무선구간을 나타내는 것으로써 이동단말이 현재 위치한 초기의 무선구간 영역에서 이웃하는 다른 무선구간 영역으로 이동하는 경우를 위한 구성이다. 유선구간은 앞의 경우와 마찬가지로 3개의 노드를 위치시켰으며 두 개의 무선 구간에는 각각 두 개의 노드와 하나의 노드를 위치시킴으로써 하나의 무선구간 영역에 존재하는 Node B와 그곳에 위치하는 이동하기 전의 이동단말, 그리고 또 다른 무선구간 영역에 위치하는 Node B를 나타내었다.

##### 4.2 성능 측정 및 고찰

본 시뮬레이션에서는 유선 구간에 위치하는 각 노드간의 대역폭을 모두 155 Mbps로 설정하였고 네트워크의 지연시간을 10 ms로 설정하였다. 또한 무선 구간에서 각각의 Node B들은 670 x 670 미터의 셀 반경을 가지며 시뮬레이션의 용이함을 위해서 이동단말이 2차원 평면상에서만 이동하는 것으로 가정하였다. 그리고 이때 이동단말의 이동속도는 20 m/s로 설정하였다.

우선 제안한 메커니즘의 성능비교를 위해 기존의 메커니즘에 의한 주소할당시간과 제안한 메커니즘에 의한 주소할당시간을 각각 측정하여 도식하였다. 이들 메커니즘에 의한 이동단말로의 IPv6 주소할당 성능 분석은 그림 11(a) 네트워크 환경에서 이루어진다. 그림 12에는 PDP context 활성화 과정과 PDP context 변형 과정을 제외한 이동단말로의 IPv6 주소할당 시간만을 측정하여 도식하였다. 그림상의 인덱스에서 old-stateful은 기존의 IPv6 stateful address allocation 메커니즘을, old-stateless는 기존의 IPv6 stateless address autoconfiguration 메커니즘을 나타내고 new-stateful은 제안한 IPv6 stateful address allocation 메커니즘을, 그리고 new-stateless는 제안한 IPv6 stateless address autoconfiguration

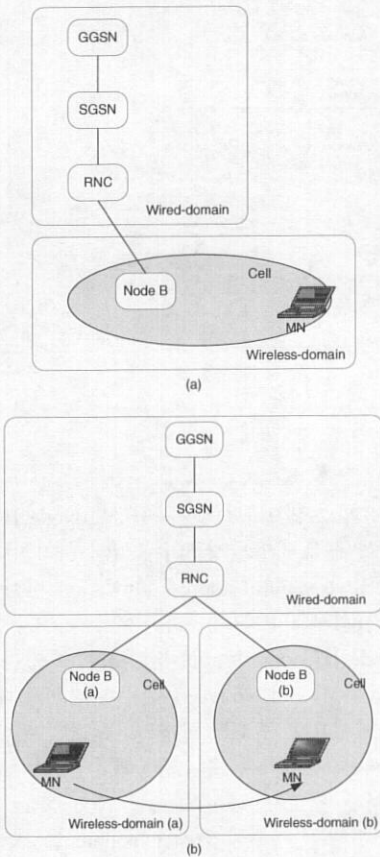


그림 11. 시뮬레이션 네트워크 구성 (a) 일반 구성망 (b) Mobile IPv6 구성망



메커니즘을 각각 나타낸다.

그림 12에서 볼 수 있듯이 제안한 IPv6 주소할당 메커니즘은 기존의 IPv6 주소할당 메커니즘보다 적은 수의 홉을 거치기 때문에 즉, 주소할당을 위해서 반복적으로 코어 네트워크상의 노드들을 거치지 않기 때문에 훨씬 단축된 시간 내에서의 주소할당이 가능하다. 수치상으로 비교해 보면 기존의 메커니즘이 IPv6 주소할당에 최대 137.75 ms의 할당시간과 16개의 홉이 필요한 반면 제안한 메커니즘은 4.27 ms의 할당시간과 단지 1개의 홉만이 필요하다.

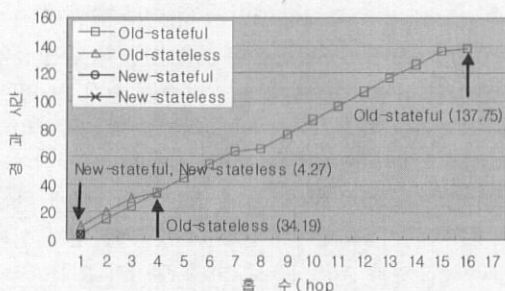


그림 12. 이동단말로의 IPv6 주소할당 시간

그림 13은 이동단말로의 IPv6 주소할당 및 PDP context 변형 과정의 완료까지를 측정된 그림이다. 앞서 설명했듯이 PDP context 변형 과정은 이동단말에 주소할당이 이루어진 직후 해당 이동단말에 관계되는 네트워크상의 노드들이 이동단말에 대한 정보를 갱신하는데 필요한 과정으로써 이 과정에는 이동단말의 HA가 이동단말의 정보를 갱신하는 과정도 포함한다. 하지만 시뮬레이션의 편의를 위해 유선구간에 HA를 위한 노드를 추가로 삽입하지는 않고 단지 GGSN까지만 PDP context 변형 과정이 이루어지는 것으로 가정하여 측정하였다. 역시 결과에서 볼 수 있듯이 제안한 IPv6 주소할당 메커니즘은 기존의 메커니즘들보다 향상된 성능을 나타내고

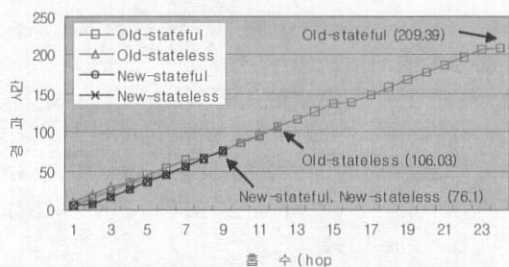


그림 13. IPv6 주소할당 및 PDP context 변형 과정 시간

있으며 이것은 특히 이동단말이 핸드오프를 수행하여 HA에서 PDP context 변형 과정이 이루어지는 경우 소요되는 시간을 단축시켜 패킷 유실을 줄일 수 있게 한다.

그림 14와 그림 15에는 이동단말이 이웃한 영역으로 이동하였을 경우에 수행하게 되는 PDP context 활성화 과정 및 IPv6 주소획득 과정 동안 소요되는 시간을 측정하여 도식하였고 이를 위해 그림 11(b)의 mobile IP 네트워크를 구성하여 시뮬레이션 하였다. 시뮬레이션 시나리오에 대해서 설명하면 우선 이동단말은 현재 위치해 있는 무선구간 영역에서 Node B (a)와 통신을 하며 Node B (b)가 위치해 있는 이웃한 영역의 무선구간으로 20 m/s 속도로 이동한다. 이후 이동단말은 Node B (a)의 셀 영역을 벗어나게 되어 Node B (a)와의 통신이 불가능해지고 어느 정도의 시간 동안 패킷 유실이 있을 후 Node B (b)의 셀 영역으로 도달하여 Node B (b)를 통해 IPv6 주소를 할당 받아 통신을 재개하게 된다. 실제 이동통신망에서는 seamless한 서비스를 위해서 셀들을 겹치게 구성하지만 본 시뮬레이션에서는 두 Node B의 셀들을 겹치게 않게 구성하여 패킷 유실구간이 발생하도록 하였고 이것은 측정 시 이동단말이 새로운 무선구간으로 이동해 왔을 때 처음으로 교환되어지는 패킷들의 구분을 용이하게 하기 위함이다.

그림 14에서 볼 수 있듯이 기존의 IPv6 주소할당 메커니즘은 이동단말이 이웃한 영역의 Node B (b)를 향해 Node B (a)에서 이동한 후 최대 18.033 s 만에 이웃한 영역에서 새로운 IPv6 주소를 할당받는 것에 비해 제안한 메커니즘은 17.86 s가 소요되어 대략 170 ms 정도의 향상된 성능을 나타낸다. 그림 15는 Node B (b)의 셀 영역으로 이동단말이 이동해 온 후 주소 할당에 소요된 시간을 0을 기준으로 나타내었다. 참고로 이동단말이 처음 Node B (a)에서 Node B (b)로 이동하는 동안 Node B (a)와 통신한 시간은 10.757 s이고 Node B (a)의 영

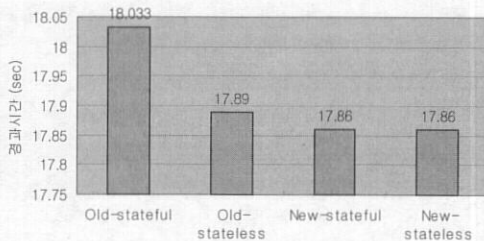


그림 14. 핸드오프 시 IPv6 주소할당 시간



역을 벗어나 Node B (b)의 영역에 도달하기 전까지 발생한 패킷 유실시간은 6.853 s이다.

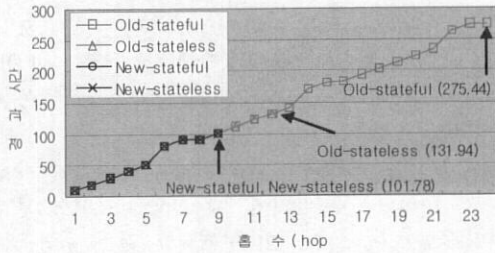


그림 15. 이동한 도메인에서 IPv6 주소할당 시간

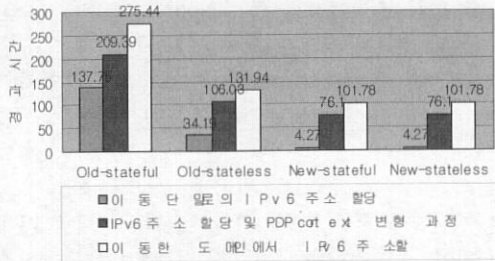


그림 16. 시뮬레이션 측정값

그림 16에는 지금까지의 측정 결과값들을 단일 그래프로 비교하여 나타내었고 그림 17에는 네트워크의 delay를 임의로 증가시켰을 때 각 메커니즘들의 주소할당 시간을 나타내었다. 그림 17은 네트워크에서의 트래픽이나노드의 프로세싱 로드증가로 인한 지연시간의 증가를 가정하여 시뮬레이션 하였으며 그림에서 확인할 수 있듯이 IPv6 주소할당과정에 있어 제안한 메커니즘은 기존의 메커니즘에 비해 거의 변화가 없다. 그 이유는 제안한 메커니즘의 주소할당과정이 Node B와 이동단말 사이의 자원이

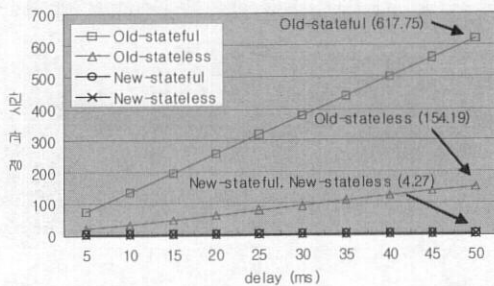


그림 17. 네트워크 delay 증가 시 주소할당시간

보장된 무선구간에서만 이루어져 주소할당을 위해 코어 망을 거쳐야만 하는 기존의 메커니즘과 달리 유선망에서의 트래픽에 전혀 영향을 받지 않기 때문이다.

### V. 결론

본 논문에서는 차세대 이동통신망에서 효율적으로 이동단말들에게 주소를 할당하기 위한 개선된 형태의 IPv6 주소할당 메커니즘을 제안하였다. 제안한 IPv6 주소할당 메커니즘은 시뮬레이션을 수행하여 그 성능을 검증하였으며 그 결과는 제안한 메커니즘이 기존의 메커니즘보다 나은 성능을 보였다.

제안한 IPv6 주소할당 메커니즘은 현재 3GPP에서 제시하고 있는 GGSN에 의한 주소할당 메커니즘과는 달리 이동단말과 가장 가까운 곳에 위치하는 유선 구간상의 Node B가 주소를 할당하게 된다. 이것은 곧 이동단말이 IPv6 주소를 할당 받기 위해서 이동단말과 위치상으로 멀리 떨어져 있는 코어 네트워크상의 GGSN에게 주소할당 요청을 하지 않음을 의미하고 따라서 주소할당에 관계된 시간 단축 및 네트워크에서의 트래픽 감소효과를 가져온다.

앞으로 진화하는 이동통신망에서 IP는 데이터 전송 프로토콜로써 핵심적인 역할을 수행해야 하지만 IP의 여러 단점들 때문에 실시간 서비스 및 3계층에서의 이동성지원에 아직도 많은 연구가 필요하다. 따라서 향후 연구과제로는 제안한 메커니즘들이 macro-mobility 뿐만 아니라 micro-mobility 환경 하에서 IP 이동성을 위한 여러 메커니즘들과 함께 효과적으로 차세대 이동통신망에 사용되어 핸드오프와 패킷 유실 및 데이터 전송 지연문제에 있어 향상된 성능을 보장할 수 있는 방안으로써 발전할 수 있도록 지속적인 연구를 수행해야 할 것이다.

### 참고 문헌

- [1] S. Clint and C. Daniel, 3G Wireless Networks, McGraw-Hill, 2002.
- [2] Y-B Lin and C. Imrich, Wireless and Mobile Network Architectures, Wiley, 2001.
- [3] S. Deering et al., "Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification," RFC 2460, IETF, December 1998.
- [4] 3GPP TS 23.060, "General Packet Radio Service (GPRS) Service Description Stage 2,"



- 3GPP, June 2001.
- [5] 3GPP TS 29.061, "Internetworking between the Public Land Mobile Network (PLMN) supporting Packet Based Services and Packet Data Network (PDN)," 3GPP, September 2001.
- [6] 정현철, 민상원, 이성진, "IP 기반의 이동통신망에서 IPv6 적용에 관한 연구," 한국통신학회 하계종합학술발표회, 2002년 7월.
- [7] 정현철, 이준원, 민상원, 양승미, 이영로, "IP 기반 이동통신망에서 개선된 형태의 IPv6 주소할당 메커니즘," 한국통신학회 추계종합학술발표회, 2002년 11월.
- [8] R. Hinden and S. Deering, "IP Version 6 Addressing Architecture," RFC 2373, IETF, March 1999.
- [9] M. Mark, Implementing IPv6, M&T books, 2000.
- [10] 3GPP TR 23.821, "Architecture Principle for Release 2000," 3GPP, July 2000.
- [11] 3GPP TS 23.101, "General UMTS Architecture," 3GPP, December 2000.
- [12] 3GPP2 S.R0005-B, "Network Reference Model for CDMA2000 Spread Spectrum System," 3GPP2, April 2001.
- [13] S. Thomson and T. Narten, "IPv6 Stateless Address Autoconfiguration," RFC 2462, IETF, December 1998.
- [14] N. Thomas, "Neighbor discovery and stateless autoconfiguration in IPv6," IEEE Internet Computing, Vol. 3, No. 4, pp. 54 ~ 62, July/August 1999.
- [15] B. Lieve and L. Suresh, "Toward an All-IP Based UMTS System Architecture," IEEE Network, Vol. 15, No. 1, pp. 36 ~ 45, January/February 2001.
- [16] 3GPP TS 29.163, "Interworking between the IM CN Subsystem and CS Networks," 3GPP, October 2001.
- [17] J. Bound, et al., "Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6)," draft-ietf-dhc-dhepv6-18, IETF, April 2001.
- [18] J-H Park, "Wireless Internet Access for Mobile Subscribers Based on the GPRS/UMTS Network," IEEE Communications Magazine, Vol. 40, No. 4, pp. 38 ~ 49, April 2002.
- [19] M. Wasserman, "Recommendations for IPv6 in 3GPP Standards," draft-ietf-ipv6-3gpp-recommend-02.txt, IETF, April 2002.
- [20] A. Jari et al., "IPv6 for Some Second and Third Generation Cellular Hosts," Internet-draft, IETF, June 2002.
- [21] "The network simulator-ns 2," <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>

정 현 철(Hyun-Chul Jung)

1994.03 ~ 2001.02 광운대 학사 졸업 전자통신공학

2001.03 ~ 2003.02 광운대 석사 졸업 전자통신공학

2003.01 ~ 현재 삼성전자 네트워크 사업부 연구원