

---

# IPv6 자동네트워킹 기술 및 표준화 동향

홍용근<sup>\*</sup> · 인민교<sup>\*</sup> · 박정수<sup>\*</sup> · 김용진<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>한국전자통신연구원

Introduction of IPv6 Autoconfiguration technology and Standardization trends

Yong-geun Hong<sup>\*</sup> · Min-kyo In<sup>\*</sup> · Jung-soo Park<sup>\*</sup> · Yong-jin Kim<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>Electronics and Telecommunications Research Institute

E-mail : yghong@etri.re.kr

## 요 약

전기전자 및 산업 장치들까지 네트워크에 접속되는 오늘날의 인터넷 환경에서 다양화 되어가는 인터넷 단말들에 대한 자동주소설정과 인프라망의 자동화가 요구된다. 이와 같은 요구사항을 충족시키기에는 제한된 환경에서 사용되도록 설계된 DHCP, SNMP, CMIP 보다 향상된 프로토콜의 개발 및 표준화가 요구된다. 이를 위해 2000년 3월에 민간 국제 표준화 기구인 IETF에서는 "Zeroconf"라는 워킹그룹을 조직하여 자동차, 기차, 비행기 내에서 한시적으로 구성되는 ad-hoc 망, 정보가전 등의 홈네트워크, 이동망 등 다양한 환경에서 적용될 수 있는 자동네트워킹 표준의 제정을 목표로 활동하고 있다.

본 논문에서는 IPv6 기반 자동네트워킹 기술인 IP 인터페이스 설정, 호스트 이름과 IP 주소 간의 변환, IP 멀티캐스트 주소 할당, 그리고 서비스탐색 기술 등을 소개하고 Zeroconf 워킹그룹에서의 표준화 동향을 알아본다.

## ABSTRACT

For the auto-configuration of diverse hosts and automation of network management as many electronic machines and industrial components are becoming connected to Internet, it is possible to use autoconfiguration using DHCP and network management protocol such as SNMP, CMIP. But these technologies are not developed maturely and lack various standardizations yet because these are designed for restrictive purposes in the past. The new working group "Zeroconf" is made in IETF at March, 2000, it is aimed for making standards of autoconfiguration which is applied to impromptu ad-hoc networks in automobiles, trains, planes and home network or mobile networks.

In this paper, we introduce the IPv6 based autoconfiguration technologies such as IP interface configuration, translation between host name and IP address, IP multicast address allocation and service discovery. Finally, trends of standardization in Zeroconf working group will be shown.

## 키워드

자동설정, autoconfiguration, IPv6, IETF

## 1. 서 론

DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol), DNS(Domain Name Server), MADCAP(Multicast Address Dynamic Client Allocation Protocol), LDAP(Lightweight Directory Access Protocol)을 비롯한 많은 TCP/IP 기반 프로토콜들은 이런 프

로토콜들을 잘 알고 있는 관리자들에 의해 설정되고 유지된다. 이러한 방식은 홈네트워크, 자동차 네트워크, 비행기 네트워크, 회의장이나 임시 응급센터 등의 ad-hoc 네트워크에서는 별로 효율적이지 못하다. 이러한 한시적인 네트워크는 전문적인 네트워크 관리자가 존재하지 않는 상황에서 독립된 2대 이상의 laptop PC들을 유선 또는 무

선망을 통해 연결되는 것을 의미한다. 그러므로 네트워크 설정과 유지가 자동으로 되는 프로토콜이 이와 같은 환경에서 필요로 하게 된다.

2000년 3월에 민간 국제 표준화 기구인 IETF (Internet Engineering Task Force) 에서는 "Zeroconf"라는 워킹그룹을 조직하여 자동차, 기차, 비행기 내에서 한시적으로 구성되는 ad-hoc 망과 정보가전 등의 홈네트워크, 이동망 등 다양한 환경에서 적용될 수 있는 자동네트워크 표준의 제정을 목표로 하고 있다.

본 논문에서는 IPv6 기반에서 자동네트워크를 위한 기술과 Zeroconf 워킹그룹을 중심으로 표준화 동향을 알아 본다. 제 2장에서는 자동네트워크 기술인 IP 인터페이스 설정, 단말이름과 IP 주소 간의 변환, IP 멀티캐스트 주소 할당, 서비스 탐색 기술, 보안 등에 관해서 알아보고, 제 3장에서는 IPv6 기반의 자동네트워크 기술, 제 4장에서는 Zeroconf 워킹그룹의 표준화 동향에 대해서 설명하고 제 5장에서는 요약 및 결론을 맺는다.

## II. 자동네트워크 기술

자동네트워크에서는 사용자의 수동 설정이나 DHCP 서버 혹은 DNS 서버와 같은 서비스의 이용 없이 동작이 가능하다. 자동네트워크 기능을 이용함으로써 종단 사용자의 사용이 용이해지고 프로토콜을 동작하기 위해 필요로 하는 인프라가 단순해진다. 이 절에서는 자동네트워크를 위해 기본적으로 해결되어야 할 다섯 가지 기능에 대해 살펴본다[1].

### 1. IP 인터페이스 설정

IPv4 인터페이스 설정은 일반적으로 IP 주소의 할당과 넷마스크(Netmask)의 설정을 의미한다. 아울러 디폴트 라우터와 같은 라우팅 정보를 선택적으로 포함한다. IP 인터페이스 설정은 거의 모든 IP 통신을 위해 필요로 하는 기능이다.

이러한 IP 인터페이스 설정은 두가지 경우가 있을 수 있다. 송신지와 목적지가 같은 서브넷에 속하는 경우와 다른 서브넷에 속하는 두가지 경우이다. 두가지 경우 모두 한 호스트에서 다른 호스트로 패킷을 전송하게 되는 경우에는 IP 서브넷을 위한 넷마스크를 정해야 하고, IP 서브넷에서 IP 주소는 유일해야 하며, 인터넷 내에서는 유일한 IP 서브넷을 가져야 한다. 또한 전달되는 패킷에 대한 라우팅 정보를 라우터들이 가져야만 한다.

IPv6 인터페이스 설정은 IPv6 주소 할당과 프리픽스(prefix) 설정을 의미한다. 이때 디폴트 라우터와 같은 라우팅 정보는 IPv6 기본 프로토콜인 NDP(Neighbor Discovery Protocol)의 RA(Router Advertisement) 메시지에 의해 주기적으로 제공되기 때문에 추가적인 프로토콜을 필요

로 하지 않는다. IPv4와 마찬가지로 IPv6도 송신자와 수신자가 동일 서브넷에 있는 경우와 그렇지 않은 경우로 나눌 수 있다. 동일 서브넷에 있는 경우, NDP에 의해 링크계층주소를 얻기만 하면 패킷을 전송할 수 있으며, 다른 서브넷에 있는 경우는 먼저 송신자가 패킷을 디폴트 라우터에게 보내게 되고 라우터가 프리픽스 정보에 따라 라우팅 경로를 결정하게 된다.

### 2. 호스트 이름과 IP 주소 간의 변환

호스트 이름은 사용자에게 IP 주소 대신에 이름을 사용하도록 하기 위해 필요하다. 이는 가장 기본적이면서도 가장 중요한 기능에 해당한다.

웹 브라우저에서 URL 부분은 일반적으로 웹 서버의 이름을 포함한다. 사용자가 URL 부분에 이름을 입력했을 때, 그 이름은 IP 주소로 변환되어야만 실제로 웹 브라우징 기능이 동작하게 된다. 마찬가지로 웹 서버는 사용자의 로그 파일을 기록하게 되는데 이때 IP 주소를 사용자가 이해 가능한 이름으로 매핑하여 저장하게 된다. 이처럼 호스트 이름과 IP 주소간의 상호 변환 기능이 요구된다.

네트워크 상에서 호스트는 유일한 이름을 선택해야 하며 이를 가지고서 동작하게 된다. 프로토콜은 호스트가 자신의 이름이 유일한 것인지를 결정할 수 있도록 해야 한다. 만약 이름이 유일한 것이 아니면 호스트는 이를 사용자에게 통지한 다음 IP 인터페이스 설정 소프트웨어를 통해 새로운 이름을 선택하여 그 이름의 유일성 검증은 반복한다. 이와 같은 호스트 이름과 IP 주소 간의 변환은 IPv4와 IPv6에 따라 차이가 있지만, 일반인들이 기억하기에 어려울 정도로 긴 128 비트를 사용하는 IPv6의 경우에 더욱 더 요구된다.

### 3. IP 멀티캐스트 주소 할당

IP 멀티캐스트는 수신자 그룹에게 패킷을 전달하기 위한 오디오, 비디오 또는 뉴스와 같은 응용에서 사용된다. 또한 well-known 멀티캐스트 주소들이 논리적인 주소 지정 기능을 위해 사용되는데, 예로써 호스트가 로컬 라우터와 통신을 해야 할 필요가 있을 때 해당 라우터의 IP 주소를 미리 알아 놓을 필요 없이 전체 라우터용 멀티캐스트 주소를 사용하여 패킷을 보내게 된다. IP 멀티캐스트를 위해 사용되는 주소 범위는 224.0.0.0 부터 239.255.255.255 까지이며, IPv6의 멀티캐스트 주소는 최상위 8비트가 0xFF로 시작된다.

멀티캐스트 주소 할당을 위해 요구되는 사항들을 살펴보면 다음과 같다.

- (1) 로컬, 링크 로컬, 그리고 사이트 로컬 범주 중에서 호스트를 위해 이용 가능한 영역의 목록을 멀티캐스트 응용에게 제공할 수 있어야 한다.
- (2) 각 영역 당 할당 가능한 주소 범위의 목록

을 제공할 수 있어야 한다.

(3) 주어진 영역과 임대 시간을 갖는 멀티캐스트 주소를 선택해야 한다.

(4) 주소 영역 내에서 한 번도 할당되지 않은 주소임을 보장해야 한다.

(5) 주소가 반환되거나 사용 만기가 된 멀티캐스트 주소는 다시 사용할 수 있도록 해야 한다.

(6) 멀티캐스트 주소를 할당받는 호스트는 주소를 계속 사용하거나 반환할 수 있어야 한다.

#### 4. 서비스 탐색

서비스 탐색 프로토콜은 사용자가 미리 알고서 이름을 입력하는 것이 아닌 동적으로 발견되는 이름을 이용하여 사용자에게 서비스나 호스트를 선택할 수 있도록 한다. 예를 들어, 간단한 프린터 서비스를 이용하는 경우에 서비스 탐색을 위해 요구되는 사항은 다음과 같다.

서비스 탐색 프로토콜은 프린터 기능을 필요로 하는 디바이스에 의해 프린터 서비스가 발견될 수 있도록 해야 한다. 이를 위해 서비스 타입이 정의되어야 하며, 동일한 서비스 타입내의 여러 가지 서비스들을 구분하기 위한 서비스 식별자들을 필요로 한다.

서비스 탐색 프로토콜은 특별한 프рин팅 프로토콜을 사용하지 않고서도 서비스를 찾을 수 있어야 한다. 또한 프린터 위치, 상태, 인치 당 도트수 등과 같은 서비스 특성을 이용해서도 서비스를 찾을 수 있도록 할 수 있다. 그리고 제한된 시간 이내에 서비스 탐색 작업을 완료할 수 있어야 한다.

이와 같은 서비스 탐색 프로토콜은 대부분 응용계층에서 수행되기 때문에 IPv4와 IPv6와는 무관하다.

#### 5. 보안

자동네트워킹은 기존의 설정 정보나 서비스의 이용이 불가능할 때 관리자의 도움 없이 설정 정보를 제공하는 것을 목표로 한다. 보안 메커니즘은 키(key)나 인증코드 등과 같이 미리 구성 정보를 제공해야 하므로 자동네트워킹과는 상이해 보인다.

일반적으로 IETF 프로토콜에서 보안 메커니즘은 의무적으로 구현되어야 한다. 그러나 IPv4에서 IP 보안 기능은 필수 구현 사항이 아니므로 글로벌 확장성이 보장되지 않는다. 그렇지만 IPv6는 IPSec을 필수적으로 구현할 것을 요구하므로 IPv4보다는 보안기능을 적용하는 것이 효율적이라 할 수 있다. 자동네트워킹 프로토콜에서 보안 관련 중요한 요구사항은 IETF 표준 프로토콜에서 다루는 보안 기능보다도 안정성이 떨어져서는 안 된다는 것이다.

다음 장에서는 이와 같은 5가지 요구 사항 중에서 IP 인터페이스 설정기능을 IPv6 프로토콜이

어떻게 제공하고 있는지를 기술한다.

### III. IPv6 기반의 자동네트워킹

호스트에 IPv6 기반의 주소를 자동으로 할당하는 자동 주소 할당(Address Autoconfiguration) 기술은 두가지로 구분된다.

상태 보존형 자동 주소 할당 메커니즘은 DHCP 서버로부터 주소를 비롯한 모든 네트워크 정보를 제공받으며, DHCP 서버가 모든 주소 할당에 대한 관리를 제공하게 된다. 또한 각 호스트는 이러한 DHCP 서버를 찾기 위한 DHCP Solicit 메시지를 보내게 된다.

상태 비보존형 자동 주소 할당 메커니즘은 라우터가 자신의 링크 내에 있는 호스트들에게 주소 프리픽스 방송을 하게 되고, 각 호스트는 이를 받아 자신의 인터페이스 식별자와 결합하여 자신의 IPv6주소를 생성한다.

이 장에서는 상태 비보존형 자동 주소 할당 메커니즘에 대해 살펴보고자 한다.

#### 1. 링크 로컬 주소의 생성

호스트의 링크 로컬 주소는 다음과 같은 경우에 생성하도록 한다[2].

- 호스트의 인터페이스가 시스템 시작시에 초기화 되는 경우
- 일시적인 인터페이스 오류가 발생한 이후나 시스템 관리상 일시적으로 사용할 수 없었던 후에 인터페이스가 초기화된 경우
- 인터페이스가 처음으로 링크에 붙는 경우
- 시스템 관리상 인터페이스를 사용할 수 없게 한 이후에 인터페이스를 사용할 수 있게 하는 시스템 조치가 있는 경우

IPv6 링크 로컬 주소를 사용함으로써 자동으로 서브넷에서 유일한 IPv6 주소를 생성할 수 있다. 링크 로컬 주소는 이미 알려진(well-known) 프리픽스 (FE80::0)와 각 호스트의 인터페이스 식별자를 결합함으로써 생성된다.

#### 2. 주소 중복 검사

이제 링크 로컬 주소를 생성한 호스트는 동일 링크 내에서 유일성을 검증하기 위해 중복 주소 검사(DAD: Duplicated Address Detection) 과정을 수행한다. DAD 과정이 완료될 때까지 링크 로컬 주소를 임시(tentative) 주소라고 부른다. 이를 위해 All-node 멀티캐스트 주소나 Solicited-node 멀티캐스트 주소로 가입한 다음, 목적 주소 필드에 임시(tentative) 주소를 담은 NS(Neighbor Solicitation) 메시지를 방송하게 되며, 이에 대한 응답으로 NA(Neighbor Advertisement) 메시지를 받게 되면 다른 호스트에서 이미 임시 주소를 사용하고 있으므로 호스

트는 이 주소를 사용할 수 없다. 이때에는 수동 설정이나 상태 보존형 자동 설정 방식을 이용해야 한다. 그러나 이러한 경우는 각 호스트마다 다른 인터페이스 식별자(예, MAC 주소)를 사용하게 되므로 주소 중복의 가능성은 희박하다.

#### 3. 디폴트 라우터의 주소 획득

라우터에서 주기적으로 보내오는 RA(Router Advertisement) 메시지를 받아 디폴트 라우터의 주소를 획득하게 되며, RA 메시지를 받지 못한 호스트는 RS(Router Solicitation) 메시지를 모든 라우터에 방송하여 이에 대한 RA 응답으로 디폴트 라우터를 알게 된다.

#### 4. 외부 네트워크와의 패킷 송수신

라우터에서 주기적으로 보내오는 RA 메시지는 사이트 로컬과 글로벌 주소 생성을 위한 프리픽스 정보가 포함되어 있다. 각 호스트는 이 정보를 이용하여 외부 네트워크와의 패킷 송수신을 위한 주소를 생성한다.

### IV. 자동네트워킹 표준화 동향

최근 영국 런던에서 열린 IETF 51차 회의에서 Zeroconf 워킹그룹의 주된 이슈는 ZMAAP(Zeroconf Multicast Address Allocation Protocol)에 관한 내용이었으며[3], 이 외에 IPv4 Link-local Address, Host profile에 관해서도 많은 토론이 있었다. 이 워킹그룹은 전반적으로 표준화가 미비한 상황이라 기존의 워킹그룹 문서를 좀더 발전시키고, 자동네트워킹 기술이 실제 적용될 때의 시나리오를 고려해서 문제점을 해결해 나가는 방향으로 진행되었다.

이전까지 Zeroconf 워킹그룹에서는 RFC(Request For Comment) 문서가 없어, ZMAAP를 Last-call 하려고 하였다. 특이할 만한 점은 ZMAAP API를 테스트 할 수 있도록 코드 소스를 다운 받을 수 있는 URL이 소개 되었다.

### V. 결 론

향후 인터넷은 사용의 편의성 및 관리의 효율성이 새로운 요구사항으로 대두되고 있다. 현재 IETF의 Zeroconf 워킹그룹에서는 모든 통신 환경에서 사용자의 통신 환경 설정 기능이 필요 없이 자동적으로 네트워크를 이용할 수 있도록 하는 연구가 시작되고 있다. 최근 차세대 인터넷 주소 방식인 IPv6는 다양한 단말들의 인터넷 접속을 위해 자동네트워킹 환경을 지원해주는 효율적인 해결방안으로 인정을 받고 있다.

### 참고문헌

- [1] M. Hattig, Editor, Intel Corp, "draft-ietf-zeroconf-reqts-08.txt", May. 2001
- [2] Stuart Cheshire, Apple Computer, Bernard Aboba and Mircro-soft, "draft-ietf-zeroconf-IPv4-linklocal-03.txt", Mar. 2001
- [3] Catrina, O., et. al., "Zeroconf Multicast Address Allocation Protocol (ZMAAP)", draft-ietf-zeroconf-zmaap-01.txt", Jun. 2001
- [4] <http://www.ietf.org/html.charters/zeroconf-charter.html>