

IPv6 단말간 라우팅 구현과 성능측정 구성 방안에 관한 연구

우정훈¹ · 양재수^{2*} · 이종원³ · 김강주²¹삼성SDS 유무선서비스팀 선임연구원²단국대학교 컴퓨터공학과³김포대학교 비서경영과

A Study on Routing Implementation and Performance Measurement Scheme among IPv6 Terminals

Jung-Yoon Woo¹ · JaeSoo Yang^{2*} · Jong Won Lee³, Kangju Kim²¹Samsung SDS Senior Researcher of Wired / Wireless Service Team²Department of Computer Engineering, Dankook University, Gyeonggi-do 16890, Korea³Department of Secretarial Management, Kimpo University, Gyeonggi-do 10020, Korea

[요 약]

인터넷 수요가 급격하게 증가하면서 현재의 주 인터넷 프로토콜인 Internet Protocol Version 4는 앞으로 다양한 형태의 네트워크 수요를 감당할 수 없는 상황에 놓여있다. 이에, 인터넷주소 자원의 부족한 상황을 해결할 IPv6 기반의 안정된 망 네트워크 확산이 절실하다. 최근 IoT의 확산과 모바일 단말수의 폭증으로 인하여, 효율적인 최적의 IPv6 라우팅 설계가 반드시 필요하다. 이에 본 논문에서는 IPv6에 대한 특성 분석과 함께, IPv6의 주소체계 및 구조 분석과 IPv6 단말간 효율적 라우팅 기술에 대해 연구를 실시하였다. 나아가 네트워크 기반의 IPv6 라우팅 구현 환경에서 라우팅 패킷 분석과 Convergence Time에 대한 실험결과를 제시하였다. 또한, 3가지 종류의 라우팅 프로토콜 방식으로 IPv6 라우팅 구현 및 동작시험과 Fail over 성능 부분으로 나누어서 실험 분석 결과를 보여준다. 이를 통하여, IPv6 시스템 도입과 테스트베드 환경구축 및 네트워크 설계시 본 연구결과를 활용할 수 있도록 하였다.

[Abstract]

Internet demand has increased rapidly, and Internet Protocol Version 4, the main Internet protocol, can not cope with various types of network demand in the future. Therefore, it is urgent to spread IPv6-based stable network to solve the shortage of Internet address resources. Due to the proliferation of IoT and the increase in mobile devices, efficient and optimal IPv6 routing design is indispensable. In this paper, we have studied about characteristics of IPv6, address system of IPv6, structure analysis and efficient routing technology among IPv6 terminals. Furthermore, experimental results on routing packet analysis and convergence time are presented in network-based IPv6 routing implementation environment. In addition, we show the results of the experiment analysis by dividing the implementation of IPv6 routing, operation test, and fail over performance into three kinds of routing protocol methods. As a result, this study can be applied to the introduction of IPv6 system, test bed environment construction, and network design.

색인어 : IPv4/IPv6, IPv6 네트워크, IPv6 성능, IPv6 라우팅

Key word : IPv4/IPv6, IPv6 network, IPv6 performance, IPv6 routing

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2018.19.3.505>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 18 November 2017; Revised 26 December 2017

Accepted 25 March 2018

*Corresponding Author; JaeSoo Yang

Tel: +82-10-2775-7000

E-mail: jsyang@dankook.ac.kr

I. 서론

현재 IPv4(Internet Protocol version 4) 인터넷 주소가 거의 고갈되어 IPv6로의 전환을 진행하고 있다. 특히 IoT(Internet of Things)의 보급 확대를 맞아, 다양한 모바일 기반 IT 기기의 발전으로 이에 대한 대책과 준비가 시급하다. 이에 따라 IPv6 도입의 필요성은 더욱 현실화 되고 있다. 2012년6월 'IPv6 시작의 날' 선포 후 IPv6 상용 서비스가 공식적으로 활성화 되었으나, APNIC는 아태지역의 IPv6 도입률이 타 대륙과 비교해 현저히 저조해 해당 지역의 인터넷 관련 업체의 경쟁력 저하를 우려하는 동시에, 사물인터넷 시대 도래로 인한 모바일 트래픽 증가에 적절한 대처가 어려울 것으로 전망했다[1].

이에 본 연구에서는 IPv6 단말간 라우팅 기술 구현을 위해 네트워크 장비 실험환경을 구축하고, IPv6 성능테스트를 통해 결과 값을 보여줌으로써 네트워크 망 설계자 및 엔지니어가 IPv6를 구현함에 있어 효율적으로 과업을 수행하는데 목적을 두고 있으며, 상용화된 라우팅 기술안에서 IPv6 구현을 보다 쉽게 이해할 수 있도록 가이드를 제시하고자 한다.

본 연구는 차세대 주소인 IPv6 라우팅 구현의 실험 및 성능을 분석함에 그 목적을 두고 있다. 이를 위해, IPv6 라우팅 기술인 RIPng(Routing Information Protocol next generation), IPv6 EIGRP(Enhanced Interior Gateway Routing Protocol), OSPFv3(Open Shortest Path First v3)의 구현 방법을 제시하였다. 실제 라우터 장비에서 실험환경을 구축하고 도식화하여 각 라우터 인터페이스의 IPv6 주소를 Prefix에 맞게 설계, 구성하고자 한다. 그리고 라우팅 프로토콜을 활성화하여 IPv6 라우팅을 구현 하였으며, 각 라우팅 프로토콜의 동작상태를 기록하고, 와이어샤크 분석 툴을 통한 패킷분석을 진행하였다. 마지막으로 IPv6 라우팅 기술 구현과 테스트를 통한 결과 값을 제시하고, 결과치에 대한 해석을 통해 프로토콜에 대해 성능을 분석하였다. 이를 통하여, IPv6시스템 도입과 테스트베드 환경 구축 및 네트워크 설계시 기초자료 활용에 기여할 것으로 기대된다[2]-[5].

II. 라우팅 구현과 성능측정 구성

2-1 IPv6의 체계 및 구조

기존 IPv4와 IPv6를 비교하였을 때 가장 큰 차이를 보이는 점은, 기하급수적으로 증가하는 인터넷 사용에 대응하기 위해 128 비트로 주소의 길이가 늘어난 것이다. 또한 IPv6는 새로운 기능의 제공과 함께 기존의 IPv4와 최대한 호환이 가능하도록 설계 되었다. 따라서 몇 가지 예외상황을 제외하고 대부분의 네트워크 수준 상위 프로토콜들은 IPv6 상에서 많은 수정을 필요로 하지 않고 동작할 수 있다.

특히 IP 패킷을 신속하게 처리할 수 있도록 고정크기의 단순

한 헤더를 사용하며, 네트워크 기능에 대한 확장 및 옵션기능을 확장헤더를 통해 용이한 구조로 정의하였다. 또한 플로 레이블(flow label)을 도입하여 특정 트래픽에 대해 별도의 특별한 처리를 통해 서비스 제공측면에서 높은 품질을 유지할 수 있도록 하였다[2].

네트워크 주소 부분인 64비트 내에서 RIR(Regional Internet Registry)간 협의에 기초하여 정책적 경계를 나누었으며, 앞 48 비트는 상위 네트워크 주소로 활용하며, 뒤 16비트는 하위 네트워크 주소로 활용한다[3].

2-2 IPv6 라우팅 기술

라우팅이란 네트워크상에서 주소를 이용하여 목적지까지 메시지(패킷)를 전달하는 방법을 체계적으로 결정하는 경로선택 과정을 말한다. 이 과정을 능동적으로 수행하는 장치가 라우터이며, 경로선택을 위한 데이터베이스가 라우팅 테이블이다. 라우팅 테이블은 목적지 네트워크 주소 및 라우터의 출구 포트 정보 그리고 최적 경로 산출을 위한 Metric 등 다양한 정보를 포함한다.

본 논문에서는, IPv6 라우팅 기술인 RIPng, IPv6 EIGRP, OSPFv3를 중심으로 실험하여, 각 라우팅 프로토콜의 동작상태를 기록하고, 와이어샤크 분석 툴을 통한 패킷분석을 진행하였다.

1) RIPng(RFC 2080)

IPv4에서 동작하는 RIP next generation이며, IPv6를 지원한다는 것을 제외하고 기본적으로 RIPv2와 유사성을 갖는다. IPv6는 UDP521을 사용하며, RIPv2는 Auto-summary 기능을 제공하는 반면 IPv6는 메이저네트워크의 개념이 존재하지 않기 때문에 Auto-summary 기능이 제공되지 않는다. Process 개념이 있기에 하나의 라우터에 다수의 RIPng 프로세스 실행이 가능하며 default 16개, 최대 64개의 로드분산이 가능하다[4]-[6].

2) IPv6 EIGRP

IPv6 EIGRP는 IPv4 방식과 동일하며 설정하는 부분만 차이가 있다. EIGRP는 cisco 전용 프로토콜로 IGRP의 향상된 버전이다. Distance vector 알고리즘을 사용하며 기본 멀티캐스트 라우팅 업데이트를 한다. EIGRP Metric은 대역폭(Bandwidth), 지연(Delay), 신뢰도(Reliability), 부하(Load), 최대 패킷 크기(MTU)라는 5가지 단위 조합을 사용하게 되며, 대역폭(Bandwidth)과 지연(Delay)을 EIGRP Metric 계산에 기본적으로 사용한다. EIGRP는 기존 거리 Vector 알고리즘에 대한 단점을 보완하였다. Dual(Diffusing Update Algorithm)알고리즘을 사용하여 Metric과 빠른 수렴을 가능케 하며 이를 통해 최적 경로(Successor)와 후속 경로(Feasible Successor)를 선출한다[5]-[7].

EIGRP는 토폴로지 테이블, Neighbor 테이블, 라우팅 테이블을 구성하여 동작하며, 패킷(Hello, Update, Query, Reply, Ack)을 교환하여 인접 관계를 유지하기 위해 Hello 패킷을 주기적으로 교환한다. 또한, 업데이트 받은 정보를 토폴로지 테이블로 관리하며, 이 정보를 기반으로 최적 경로를 선출한다[5]-[7].

IPv6 EIGRP는 출발지 주소를 Link Local Address로 설정한

다. 글로벌 IP주소 장애에 대처하기 IPv6 IGP 대부분 이와 같이 동작한다[8].

3) OSPFv3 (RFC 2740)

OSPFv3는 IPv6용 버전이며 IPv4와 약간의 차이점이 존재한다. LSA 데이터베이스에서 Type 8(Link LSA), Type 9(intra-area prefix LSA)가 추가되었으며 헬로 패킷과 LSA정보를 주고받을 때 링크로컬주소를 사용한다. OSPF헤더에 인증필드가 사라지고 IPv6확장헤더에서 표현한다. 또한 Router-id는 ipv4 형식으로 표현하며 해당 인터페이스에 OSPFv3를 적용한다[8].

IPv6 OSPF 활성화 명령어 뒤의 instance 옵션은 새롭게 추가된 기능이다. 헬로패킷에 포함된 instance ID가 서로 다를 경우 동일 링크의 OSPFv3 라우터라도 서로 Neighbor를 맺지 않는다. 즉 Instance ID가 동일해야만 Neighbor를 맺게 된다[9]-[15].

2-3 라우팅구현과 성능측정을 위한 실험환경 구축

앞서 서술한 개념들을 바탕으로 실제 라우터 장비에서 TEST LAB 환경을 구축하고, IPv6 라우팅을 구현하여 라우팅 동작상태와 토폴로지, Neighbor, 라우팅 업데이트 상태, 프로토콜 등 다양한 부분을 보여준다. 나아가 End to End 패킷 전송시 라우팅 경로 이중화에 대한 Fail Over Test를 시행하여 Fast Convergence 에 대한 부분을 보여준다. 본 연구에서는 IPv6 라우팅 기술구현과 Fail over에 대한 성능 실험을 하였으며, 그 결과를 도출하였다.

1) 실험 라우터 장비 및 개요도

그림 1은 IPv6 실험 적용된 라우터 및 개요도를 나타낸다. 실험에서 진행한 라우팅 프로토콜은 총 3가지로 RIPng, IPv6 EIGRP, OSPFv3 이며, 각 실험은 IPv6 라우팅 구현과 Fail over 성능 부분으로 나누어서 실시하였다[10], [16]-[23].

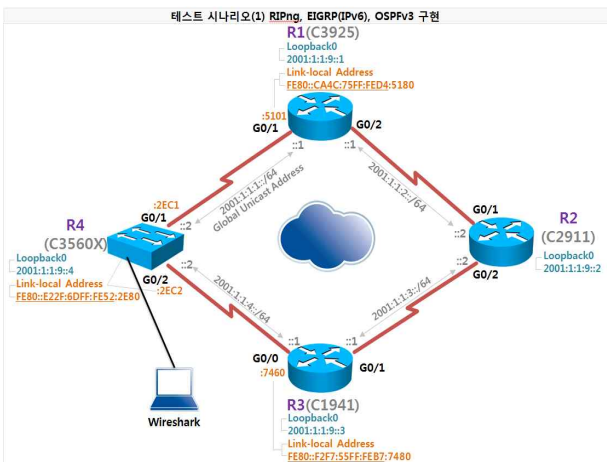


그림 1. IPv6 실험 적용된 라우터 및 개요도
Fig. 1. IPv6 Experimental Router & Map

네트워크상의 패킷 분석을 위해 상용 툴인 와이어샤크를 사용하였다

표 1. 라우터 장비모델과 IOS 버전

Table 1. Router equipment model and IOS version

NO	Host name	Model	IOS Version	Feature
1	R1	Cisco 3925/K9	15.1.4 M4	IPv6, L3 Routing
2	R2	Cisco 2911/K9	15.2.4 M3	IPv6, L3 Routing
3	R3	Cisco 1941/K9	15.2.4 M4	IPv6, L3 Routing
4	R4	Cisco 3560X	15.2(2)E	IPv6, L3 Routing

III. 실험 및 결과

3-1 라우팅 구현에 대한 실험 분석

라우팅 알고리즘은 통신망상에서 최적의 경로를 결정하기 위한 방식이다. 그리고 인접한 라우터들의 네트워크 정보와 Metric 값을 통해 최적의 경로를 설정하도록 하는 일련의 과정이다. 라우팅 알고리즘으로 구현되는 프로토콜에는 Distance Vector 방식의 RIP, EIGRP 등이 있고, Link State 방식의 OSPF 등이 있다. RIP은 Metric으로 Hop Count만 사용한다. EIGRP는 대역폭(Bandwidth), 지연(Delay), 신뢰도(Reliability), 부하(Load), MTU(Maximum Transmission Unit)의 전체 조건을 변수로 고려하지만, 일반적으로 Bandwidth와 Delay를 사용한다. EIGRP는 우선순위를 결정짓기 위해 해당 Metric을 공식에 대입하여 값을 계산하도록 한다[15]-[23].

1) RIPng

라우터 설정에 있어 모든 활성화 인터페이스는 ipv6 rip enable 설정 적용하였으며, RIPng 프로세스 활성화는 ipv6 router rip TEST를 그림 2와 같이 설정하여 실험하였으며, 그림에서 제시된 바와 같이, 라우팅 설정값들이 이상없이 활성화되어 작동됨을 확인할 수 있었다[22].

그림 2는 RIPng ping 테스트 결과를 나타낸다. R4 출발지인 loopback0 인터페이스 주소 2001:1:1:9::4에서 목적지인 R2의 loopback0 주소 2001:1:1:9::2까지 1000개의 패킷을 보냈을 때의 결과를 보여준다. R4의 loopback0 에서 R2의 loopback0 주소까지의 테스트는 정상이며, RIPng 라우팅이 정상적으로 동작함을 알 수 있었다.

2) IPv6 EIGRP

IPv6 EIGRP 라우터 설정에 있어 모든 활성화 인터페이스는 IPv6 eigrp 100 설정 적용하였고, RIPng 프로세스 활성화는 IPv6 router eigrp 100 설정하였으며, 라우터 ID는 - eigrp router-id x.x.x.x 설정하였다[21].

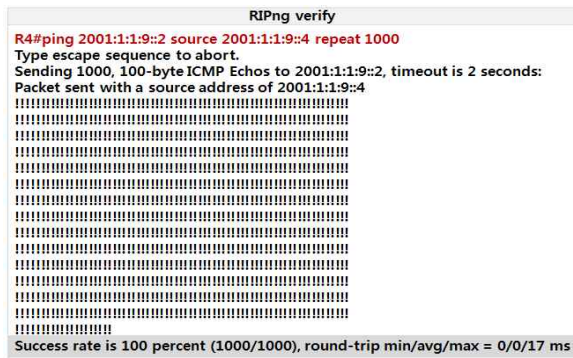


그림 2. RIPng Ping 테스트 결과
Fig. 2. RIPng Ping test outcome

그림 3은 ping 테스트 결과를 보여준다. R4 출발지인 loopback0 인터페이스 주소 2001:1:1:9::4에서 목적지인 R2의 loopback0 주소 2001:1:1:9::2까지 1000개의 패킷을 보냈을 때의 결과를 나타낸다.

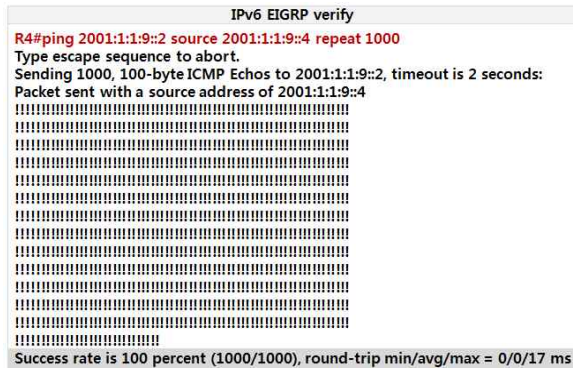


그림 3. IPv6 EIGRP Ping 테스트 결과
Fig. 3. IPv6 EIGRP Ping test outcome

R4의 loopback0 에서 R2의 loopback0 주소까지의 테스트는 정상이며, IPv6 EIGRP 라우팅이 정상적으로 동작함을 확인할 수 있었다.

3) OSPFv3

OSPFv3의 라우터 설정에 있어서는, 모든 활성 인터페이스는 ipv6 ospf 1 area 0 설정 적용하였다.

그리고, OSPFv3 프로세스 활성화는 ipv6 router ospf 1 설정하였으며, 라우터 ID는 - router-id x.x.x.x 로 설정하였다.

그림 4은 OSPFv3의 프로토콜 패킷 테스트 결과를 나타낸다. OSPFv3는 Link State Protocol이며 라우팅 테이블을 업데이트 하기 전에 LSA(Link-State Advertisement)정보를 잘 전달하고 있는 부분을 보여준다. Link Local address를 사용하여 인접 라우터와 hello packet을 주고 받는다. 그리고 각각의 Link Local address는 OSPF 멀티캐스트 주소인 ff02::5에 합류하고 라우팅 정보를 업데이트 한다. OSPF Next header 즉, Protocol 넘버는 89번이고 버전은 3이다. hello interval은 10초 이고 Router Dead Interval은 40초이다[22].

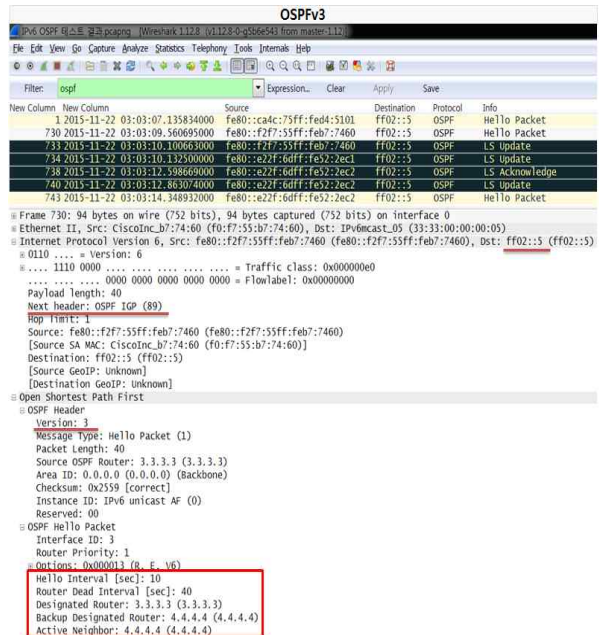
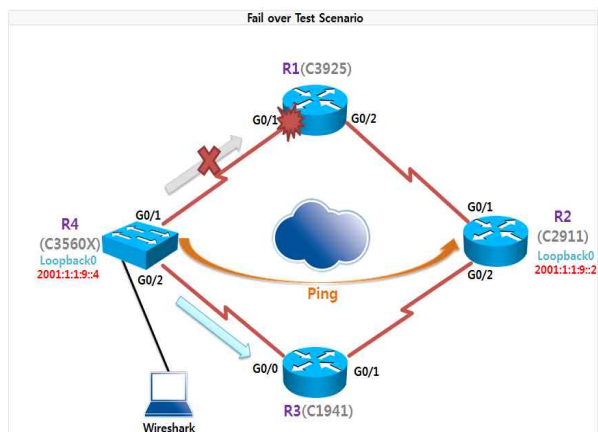


그림 4. OSPFv3 프로토콜 패킷 테스트 결과
Fig. 4. OSPFv3 Protocol Packet test outcome

ping 테스트 결과를 통하여, R4 출발지인 loopback0 인터페이스 주소 2001:1:1:9::4에서 목적지인 R2의 loopback0 주소 2001:1:1:9::2까지 1000개의 패킷을 보냈을 때의 결과를 확인할 수 있었다. R4의 loopback0 에서 R2의 loopback0 주소까지의 테스트는 정상이며, OSPFv3 라우팅이 정상적으로 동작함을 알 수 있었다.

3-2 Fail Over Test에 대한 실험 분석

본 연구에서는 아래 그림 5와 같이 R1의 G0/1 인터페이스가 Down일 때, R4라우터에서 R2라우터까지 Ping 테스트를 하면 R3 라우터 방향으로 패킷이 전송되는 Test 시나리오를 제시하



였다[9]-[10].

그림 5. 페일오버 테스트 토폴로지
Fig. 5. Fail Over Test Topology

그림 6은 RIPng Timer에 대해 성능 결과를 직관적으로 보여 준다. RIPng의 Update time은 30이고 Link Down 발생시 Router는 Trigger update 요청을 한다. 이때, Expire time이 만료(0초) 되면 Hold down 상태로 들어가고 Down링크의 네트워크정보를 Routing Table에서 바로 Flush(삭제)한다.

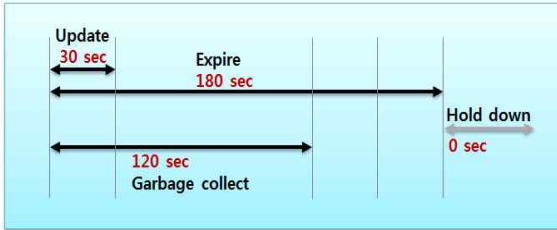


그림 6. RIPng 타이머
Fig. 6. RIPng Timer

1) RIPng

그림 7은 RIPng Fail Over에 대한 메시지 캡처 화면을 보여준다. 링크다운이 발생하면 먼저 다운된 인터페이스인 R1라우터의 G0/1 Link-local Address는 All node주소(FF02::1)로 조인하여 RA메시지를 보낸다. 그리고 MLDv2를 통해서 멀티캐스트 그룹에 안에 있는 호스트들에게 변경 메시지를 보낸다.

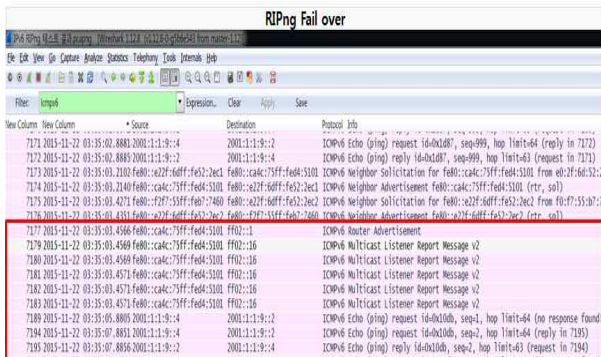


그림 7. RIPng 실패 오버
Fig. 7. RIPng Fail Over

이후에, RIPng Triggered Update를 통해서 Routing Table이 업데이트 되고 패킷은 R3인 G0/0의 경로로 가게 된다. 'no response found(Time out)'은 160초 동안 발생했다.

ICMPv6 Type number = 143은 MLDv2 Report 이다. MLD는 IPv4의 IGMPv3와 동일한 기능을 하는 ICMPv6의 Multicast Listener Report Message Type이다. 멀티캐스트 안에 소속되어 있는 호스트들의 관리 목적으로 사용된다[5], [10].

2) IPv6 EIGRP

EIGRP Fail Over에 대한 메시지 결과는 그림 8의 캡처 화면에서 제시한다. 링크다운이 발생하면 먼저 다운된 인터페이스인 R1라우터의 G0/1 Link-local Address는 All node주소(FF02::1)로 조인하여 RA메시지를 보낸다. MLDv2를 통해서 멀티캐스트 안에 속해있는 호스트들에게 변경 메시지를 보내게 된다[10], [21].

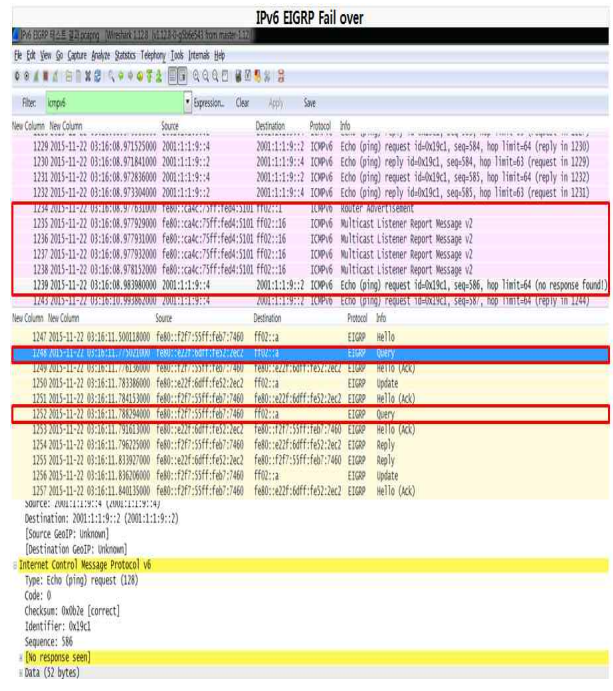


그림 8. IPv6 EIGRP 실패 오버
Fig. 8. IPv6 EIGRP Fail Over

EIGRP는 경로가 다운되면 인접라우터에 Query 메시지를 보내고 라우팅 정보를 요청한다. Query메시지는 라우팅 정보를 요청할 때 사용되며 자신의 Routing Table에 있는 경로가 다운되거나 Feasible Successor(대체경로)가 없을 때 인접 Router에게 해당 경로에 대한 정보를 요청한다. R1라우터로 가는 경로가 다운되자 R4라우터는 인접라우터인 R1,R3라우터에게 Query 메시지를 각각 보내고 Routing Table을 업데이트 하여 이후 패킷은 R3인 G0/0의 경로로 보낸다. 'no response found' 패킷은 한 개 발생하였다[22].

3) OSPFv3

그림 9는 OSPFv3 Fail Over에 대한 메시지를 보여준다. 링크다운이 발생하면 먼저 다운된 인터페이스인 R1라우터의 G0/1 Link-local Address는 All node주소(FF02::1)로 조인하여 RA메시지를 보낸다. 그리고, MLDv2를 통해서 멀티캐스트 그룹에 속

해있는 호스트들에게 변경 메시지를 보낸다.

이후에, 모든 라우터들이 Partial update 와 Triggered Update 를 통해서 LSDB에 Routing Table이 업데이트 되고 패킷은 R3인 G0/0의 경로로 가게 된다. ‘no response found’ 패킷은 두 개 발생하였다[22].

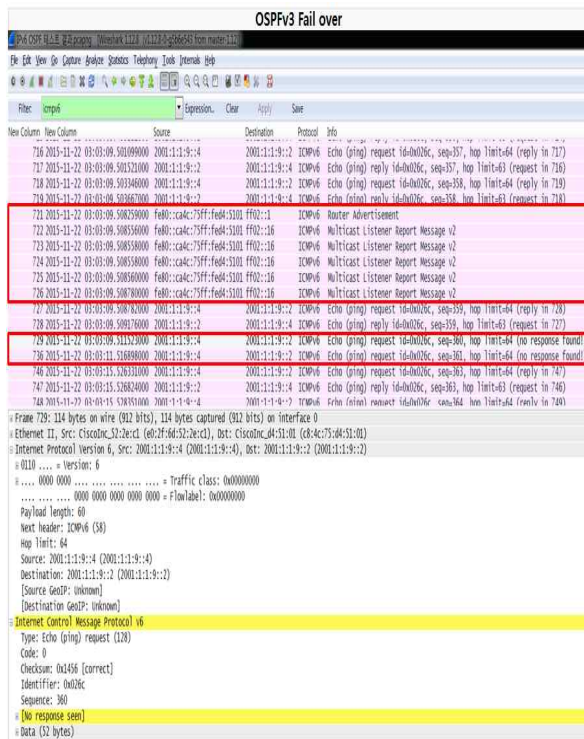


그림 9. OSPFv3 실패 오버
Fig. 9. OSPFv3 Fail Over

IV. 결 론

본 연구는 차세대 인터넷 IP 주소인 IPv6의 헤더구조와 주소 체계 및 주소할당 방식에 대한 이론을 근간으로, IPv6 라우팅 프로토콜에 대한 실험 구현과 관련 성능에 대한 실험을 실시하였다. 실험에서 진행한 라우팅 프로토콜은 총 3가지로 RIPng, IPv6 EIGRP, 그리고 OSPFv3 이다. 각 실험은 IPv6 라우팅 구현 및 동작실험과 Fail over 성능 부분으로 나누어서 그 결과를 확인하였다.

이러한 실험을 통하여, IPv6주소는 여러 가지 부분에서 성능이 개선되었음을 확인할 수 있다. IPv6는 Link-local address를 가지고 NDP 프로토콜에 의해 인접라우터와 Neighbor를 맺고 빠르게 정보를 주고 받는 것을 인지할수 있었다. 또한, 다양한 멀티캐스트 주소를 사용하여 정보를 주고받음으로써, Broadcast와 같은 불필요한 트래픽을 최소화함을 알 수 있었다. 헤더정보는 간소화되면서 Checksum Field가 사라지고 패킷단편화(Fragmentation)를 하지 않음으로써, IPv4에 비해 라우팅 성능

은 한층 더 가벼워지고 라우터는 상대적으로 더 좋은 성능을 낼 수 있었다.

이에 본 논문에서는 IPv6 단말간 라우팅 기술 구현과 성능을 확인하기 위해, 네트워크 상에서 라우터를 활용하여 실험환경을 구축하였다. 이러한 실험 환경과 실험 방법, 그리고 IPv6 성능 테스트를 통한 결과를 보여줌으로써, IPv6를 구현함에 있어서 네트워크 망 설계자나 엔지니어가 좀 더 효율적으로 과업을 수행할 수 있도록 기여하였다. 또한, 라우팅 프로토콜을 활성화하여 IPv6 라우팅을 구현하여, 각 라우팅 프로토콜의 동작 상태를 기록하였고, 또한 와이어샤크 분석기를 통한 패킷분석을 진행하였다. 이를 통하여, IPv6 통신망에 대한 실험 결과를 제시함으로써, IPv6 시스템 도입 및 테스트베드 구축과 네트워크 환경 구축시 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

이러한 본 연구를 통하여, 현재 IPv6는 이미 대부분의 ISP 백본망에 적용되어 있으나, End단에 바로 적용하기에는 비용발생 측면에서 무리가 있다는 것을 알게 되었다. 그러나 IP주소의 고갈을 대비하여 IPv6의 도입은 필연적이다. IPv6를 전면 도입하기 위해서는 크게 2가지 측면을 고려해볼 수 있다. 첫째, 네트워크 장비측면에서 전면적인 적용을 위해 풀어야 할 기술적인 문제 및 비용적인 부분을 어떻게 해결할 것인지 검토하여 결정을 하여야 할 것이다. 둘째, 어플리케이션 개발 측면에서는 OS와 호환성 문제 등을 어떻게 해결할 것인지를 고려하여 이 문제를 풀어야 할것이다. IPv4를 혼용해서 사용하는 기술은 ISP 백본망에 처리 부하를 주는 부분이 있고, 이에 대한 표준화 적용이 필요하다. 따라서 IoT의 점진적 확산에 대비하여 IPv6의 전면적인 적용이 필요한 시점이다.

향후에, IoT의 성장과 더불어 IoT와 IPv6의 상호관계는 물론, IPv6의 효율적인 적용방법과 표준화 혼용기술에 대한 연구가 더 필요할 것으로 보인다.

감사의 글

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 고용계약형 SW석사과정 지원사업의 연구결과로 수행되었습니다(H0116-16-1015). 본 논문은 단국대 대학원 정보통신학과 석사과정의 졸업논문을 수정·보완하여 작성하였습니다.

참고문헌

- [1] K. S. Beak, Consulting casebook : Convert to IPv6. KISA, 2015.
- [2] <https://ko.wikipedia.org/wiki/IPv6>, 2015.
- [3]https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/en/SSLTBW_2.1.0/com.ibm.zos.v2r1.hale001/ipv6d0011006452.htm, Comparison of IPv6 and IPv4 characteristics, IBM Knowledge Center, 2012.
- [4] https://vsix.kr/intro/addressing_new.jsp
- [5] C. R. Yeom, Protocol structure comparison between IPv6 and IPv4, OnTheNet, 2005.

- [6] G. Malkin and R. Minnear. RIPng for IPv6. RFC 2080, 1997.
- [7] <http://krnic.or.kr/jsp/resources/ipv6Info.jsp>, 2015.
- [8] S. Deering, Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification, RFC 2460, 1998.
- [9] J. R. Seo, Next Generation Internet Address : IPv6 Application, KISA, 2011.
- [10] <http://www.ietf.org/rfc/rfc2080.txt>, 1997.
- [11] Configuration Examples and TechNotes, IPv6 cisco TechNotes, Cisco systems, 2011.
- [12] S.C. Lee and P. Jeon. Introduction to network. Never Stop. 2011.
- [13] S. McFarland, M. Sambhi, N. Sharma and S. Hooda. IPv6 for Enterprise Networks, Cisco systems, 2011.
- [14] <http://www.ietf.org/rfc/rfc2740.txt>, 1999.
- [15] An Overview of IPv6 Routing, Cisco systems, 2011.
- [16] D. C. Lee, IPv6 A to Z with Microsoft IT Showcase TechnetBlog, 2013.
- [17] <http://blog.naver.com/npolarbear/220019498025>, 2014.
- [16] <http://www.ietf.org/rfc/rfc2080.txt>, 1997.
- [18] Next Generation Address Industry Team, October_1 Week_IPv6_Trend Report, KISA, 2015.
- [19] <http://www.cisco.com/c/en/us/tech/ip/ip-version-6-ipv6/tech-configuration-examples-list.html>, 2011.
- [20] J. Moy. OSPF Version 2. RFC 2328. 1998.
- [21] G. S. Gong, A Per-User-based Enhanced Distributed Mobility Management Scheme in PMIPv6 Networks, Journal of DCS, Vol. 17, No. 3, pp. 111-118, June. 2016.
- [22] J. Y. Woo, A Study on the Implementation Method of End-to-End IPv6 Routing Technology, M.E. dissertation Dankook University, Feb., 2016.
- [23] B. H. Hwang and T. H. Na, Load Balancing Metric for a Mobile Router with Heterogeneous Network Interfaces, Journal of DCS, Vol. 18, No. 5, pp. 983-988, August. 2017.



우정윤(Jung-Yoon Woo)

2016년 : 단국대학교 대학원 (공학석사)

2004년~2007년: 인성정보 네트워크구축 설계팀

2008년~2009년: 하이셈 MES구축운영팀

2010년~현 재: 삼성SDS 유무선서비스팀 선임연구원

※관심분야 : IoT (Internet of Things), 스마트홈(Smart Home), 지능형 네트워크(Intelligent Network) 등



양재수(JaeSoo Yang)

1993년 : 미 NJIT 전기 및 컴퓨터 공학박사(공학박사)

1991년 : 서울대학교 MBA 수료

1981년 MIC 통신사무관

1982년~2006년 KT 데이터부장/인터넷시설부장, 인터넷사업국장, 전화상품팀장, 월드컵통신팀장, 중앙지사장, 수도권강북본부 사업지원총괄담당상무

2006년~2011년 광운대 교수

2011년~현재 단국대 교수

2007년~2011년 경기도 정보화특보

2006년~현 재: 대한대학교 컴퓨터공학과 교수

※관심분야 : IT융합기술, 보안융합, RFID/IP-USN, 정보 통신 산업정책, 그린 에너지, u-City



이종원(Jong Won Lee)

2009 한국항공대학교 경영학 학사

2011 한양대학교 경영학 석사

2015 한양대학교 경영학 박사

2016년~현 재: 김포대학교 조교수

※관심분야 : B2B, 인터넷마케팅, 인터넷서비스 등



김강주(KangJu Kim)

2017년 단국대학교 멀티미디어공학과 졸업

2017년~현재 단국대학교 컴퓨터학과 석사과정

※관심분야 : Sensor Network, Software Engineering, Optimization, Internet of Thing, Blockchain