

IGP 라우팅 프로토콜의 경로선택 검증을 위한 구현 사례

김 노 환*

The Case Study for Path Selection Verification of IGP Routing Protocol

No-Whan Kim *

요 약

AS(Autonomous System) 안에서 라우터들끼리 라우팅 정보를 주고 받기 위한 내부용 라우팅 프로토콜(IGP : Interior Gateway Protocol)인 RIP, EIGRP, OSPF에 대하여 metric을 이용한 경로선택 방법들이 연구되고 있으나, 학습자들이 이론으로 이해한 내용을 실습을 통해 검증하는 구현 사례는 많지 않았다. 각 라우팅 프로토콜별로 해당 토폴로지에 기반 한 Cost value를 이론적으로 계산하여 Best Path를 결정한 후, 시뮬레이터 상에서 가상망을 구현하여 각 Routing Protocol 별로 경로선택을 검증한 결과와 서로 일치함을 확인하였다. 본 논문에서 제안한 학습방안을 활용하면 라우팅 프로토콜의 경로선택 과정을 체계적으로 이해할 수 있어 우수한 학습 결과를 성취할 수 있을 것으로 기대된다.

▶ Keywords : 라우팅 프로토콜, RIP, EIGRP, OSPF, 경로선택

Abstract

RIP, EIGRP, OSPF are the interior gateway protocol for sending and receiving routing information among routers in AS(Autonomous System). Various path selection methods using the metric in regard to them have been studied recently but there are few examples that the contents learners understand theoretically are verified by the practice. The Best Path is determined by calculating the Cost value based on the relevant topology of each routing protocol. After implementing the virtual network, it is certain that the results tracking and verifying the relevant path selection of each routing protocol are consistent with the Best Path.

If methods suggested in this paper are applied properly, the relevant path selection process of routing protocol can be understood systematically. And it is expected that the outstanding results

•제1저자 : 김노환 •교신저자 : 김노환

•투고일 : 2014. 7. 15, 심사일 : 2014. 8. 9, 게재확정일 : 2014. 9. 3.

* 경동대학교 정보보안학과(Dept. of Cyber Security of Information, Kyungdong University)

of learning will be able to be achieved.

▶ Keywords : Routing Protocol, RIP, EIGRP, OSPF, Path Selection

I. 서 론

라우팅(Routing)이란 패킷들을 전송하기 위해서 최적의 경로를 선택하는 과정이다. 전송된 패킷을 목적지까지 전달하기 위해서 인접한 라우터 사이에서 경로정보를 주고받으며 다양한 정보를 수집하고 이를 근거로 Best Path를 추출하여 라우팅테이블에 저장하는 것이 라우팅 프로토콜(Routing Protocol)이다.

컴퓨터 네트워크 수업 중에 다양한 방법으로 IGP (Interior Gateway Protocol)인 RIP, EIGRP, OSPF에 대하여 metric을 이용한 경로선택 방법들이 경로선택 요소와 함께 교육되고 있다. 그럼에도 불구하고 학습자 중심으로 이론을 바탕으로 스스로 이해할 수 있도록 실습과 연계하여 검증하기 위한 구현 사례 연구는 거의 이루어지지 않았다.

본 논문에서는 국내대학 컴퓨터관련 학과에 개설되어 있는 컴퓨터 네트워크 교과목에서 다루고 있는 IGP 라우팅 프로토콜의 경로선택과 관련하여 가상 망을 구현한 후 각 라우팅 프로토콜의 경로선택을 검증하기 위한 효과적인 구현 사례를 제시함으로써 학습자의 학습 이해도를 제고하였다.

이를 위해, 선행연구로 해당 논문들을 검토한 후 라우팅을 정의한 다음 각 라우팅 프로토콜들을 비교 연구하였으며, 본론에서는 가상 망을 구현한 후, 각 라우팅 프로토콜별로 적용한 결과를 검증하기 위한 구현 사례를 제시하였다.

II. 관련 연구

2.1 선행연구

최근 10여년간 국내의 라우팅 프로토콜에 대한 연구는 이재완, 고남영의 논문과 저자미상의 논문, 김미진, 장종욱의 논문, 박근득 외 2인의 논문 등 경로선택과 이를 구현한 시스템 설계에 관련된 논문이 발표된 바 있다. 최근에는 무선 애드 홀 네트워크에서 경로 탐색을 위한 위치정보 기반 라우팅

프로토콜에 관한 연구가 활발히 진행 중이다[1].

이재완, 고남영(2002)은 네트워크 간의 가장 짧은 길이 목적지에 모든 경로를 조사하고 가장 작은 metric을 가진 경로를 선택하는 최적 라우팅에서, 거리벡터 알고리즘으로 RIP, EIGRP를 이용하여 동일 네트워크 상에서 최적의 경로선택을 위한 패킷의 흐름을 분석하고 그 효율을 측정하였다[2].

저자미상(2004)의 논문은 각 라우터에서 사용되는 라우팅 프로토콜의 특성 및 경로선택 요소를 분석 재정의 함으로써 QoS(Quality of Service)에 좀 더 효율적인 프로토콜을 제시하였다. 라우팅 프로토콜은 각 경로선택 요소에 의해 Packet Forwarding을 제공하며, 그 요소로는 "Hop Count", "Bandwidth", "Delay" 등이 있고, 현재 표준으로 정의되어 경로선택 요소를 대역폭(Bandwidth)으로 제공하는 OSPF 보다 대역폭(Bandwidth), 지연(Delay) 등을 경로선택(Path select) 요소로 제공하는 EIGRP가 QoS(Quality of Service) 측면에서 효과적임을 확인하였다[3].

김미진, 장종욱(2009)은 소규모에서 사용되는 표준 라우팅 프로토콜인 RIP 환경과 대규모 자율 네트워크에서 사용되는 링크상태 라우팅 프로토콜인 OSPF 환경을 구현하여 IPTV 서비스 중에서 방송화질의 성능을 측정하고 평가하여 효율적인 IPTV 서비스를 위한 네트워크 구축방안을 제시하였다[4].

박근득의 2인(2013)은 정적 및 동적 라우팅 프로토콜과 방화벽을 지원하는 라우터 기술 교육용 시스템 설계를 임베디드 환경에서 이더넷 인터페이스를 바탕으로 제시하면서, 제공된 정적 및 동적 라우팅 프로토콜과 방화벽 프로그램을 컴파일 및 로딩이후 데모 동작의 ping 처리과정으로 이들 기능의 점검 후 ping 패킷 처리의 성능도 살펴보았다[5].

이들 논문은 각 라우팅 프로토콜의 경로선택 방안을 이론적으로 제시하거나 구현된 망을 통해 각 프로토콜별로 성능을 비교하여 분석하여 효율성, 성능, 네트워크 구축 방안 등을 논문별로 분야는 다르지만 다양하게 제시하고 있다.

2.2 라우팅 정의

라우팅은 정적 라우팅(Static Routing)과 동적 라우팅

(Dynamic Routing)으로 구분된다. 정적 라우팅은 관리자가 직접 목적지별로 네트워크 경로를 만들어 라우터에 입력하는 것이며, 동적 라우팅은 관리자가 일일이 경로를 지정하지 않아도 라우팅 프로토콜이 그 역할을 수행하는 것이다.

한편, 동적 라우팅은 그림 1과 같이 IGP와 EGP(Exterior Gateway Protocol)로 구분할 수 있다.

IGP는 AS(Autonomous System) 내에서 라우터들끼리 라우팅 정보를 주고받는 내부용 라우팅 프로토콜로서, RIP, EIGRP, OSPF가 있고 EGP는 AS 외부에서 서로 라우팅 정보를 주고받기 위해 사용하는 외부용 라우팅 프로토콜로서 BGP(Border Gateway Protocol)가 있다.

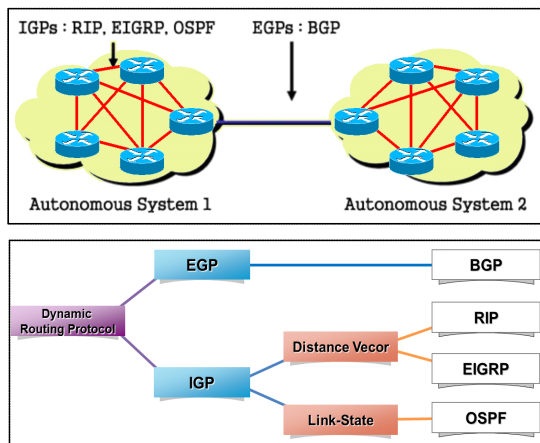


그림 1. 라우팅 프로토콜
Fig.1. Routing Protocol

2.3 프로토콜 비교 연구

2.3.1 RIP(Routing Information Protocol)

RIP는 가장 오래된 표준 라우팅 프로토콜로서, 1998년 표준화 되어 현재 RIP version 2까지 개발되었다.

RIP v1은 Classful 라우팅 프로토콜이고 RIP v2는 Classless 라우팅 프로토콜이다.

RIP는 단일 경로 라우팅 프로토콜로서, Distance-Vector 만을 사용하며 모든 라우팅 정보는 매 30 초마다 주기적으로 update 한다. RIP v1은 포트번호 520을 사용하는 update 메시지를 broadcasting 하므로 RIP와 무관한 host나 라우터에게도 패킷을 전달하여 불필요한 traffic 을 유발한다.

RIP v1은 CIDR(Classless Inter-Domain Routing) 및 VLSM(Variable-Length Subnet Masking)을 지원하지 않

는 반면, RIP v2는 update 시 multicasting(224.0.0.9)하며 인증(authentication), CIDR 및 VLSM을 지원한다 [6][7].

RIP는 설정이 쉽고 Best Path를 찾는 방법이 단순하며 라우터의 메모리를 적게 사용하는 장점이 있는 반면, Best Path 결정을 위하여 단지 경유하는 라우터의 개수인 hop count만을 사용하므로 효율성이 떨어진다. 최대 hop은 15로 소규모 네트워크에서 사용된다.

2.3.2 EIGRP(Enhanced IGRP)

EIGRP는 CISCO사가 만든 IGRP(Interior Gateway Routing Protocol) 프로토콜의 확장형인 CISCO 전용 개방형 라우팅 프로토콜로서 비표준 프로토콜이다.

경로선택 방식은 Distance-Vector지만 라우팅 테이블의 유지 및 관리는 Link-State 방식이며, 라우팅 update는 multicasting(224.0.0.9)으로 제공한다.

Best Path는 대역폭(Bandwidth, K1), 부하>Loading, K2), 지연(delay, K3), 신뢰성(Reliability, K4), MTU(Maximum Transmission Unit, K5)의 5가지 변수를 가지고 보다 지능적으로 결정한다.

hop count도 라우팅 정보를 주고받을 때 전달은 되나 cost를 계산하는 데는 영향을 미치지 못하며, hop count는 255까지 확장할 수 있다.

EIGRP는 Best Path인 successor와 백업 경로인 Feasible Successor를 결정하기 위하여 DUAL(Diffusing Update Algorithm) 알고리즘을 사용하므로, Best Path에 이상이 생긴 경우 홀드다운 없이 곧바로 백업 경로를 사용하여 빠른 수렴시간을 제공한다[6][7].

EIGRP는 Auto 및 Manual Summary, Classless 라우팅 및 VLSM을 지원하며, OSPF보다 비교적 설정이 간단하고 사용이 용이하며 주기적 라우팅 정보 갱신을 하지 않기 때문에 적은 대역폭을 사용하므로 중형 네트워크에서 사용한다.

2.3.3 OSPF(Open Shortest Path First)

OSPF는 영역안의 모든 라우터의 링크 정보를 관리하는 표준 라우팅 프로토콜로서, 1988년 IETF(Internet Engineering Task Force)에 의해 개발 및 표준화 되어 현재 OSPF version 2까지 개발되었다.

OSPF는 다중 경로 라우팅 프로토콜로서, Link-State를 사용하며 metric으로 대역폭을 이용하므로 EIGRP와 마찬가지로 hop count에 의한 제한을 받지 않는다.

또한, OSPF는 metric으로 Link-cost를 따져 좀 더 효과적으로 라우팅 경로를 결정 할 수 있다.

OSPF는 네트워크를 "area"로 구분하여 전체 OSPF 네트워크를 작은 영역으로 나누어 관리하므로 업데이트가 빠르고 효율적인 관리가 가능하며, VLSM을 지원하므로 IP 주소를 효과적으로 활용할 수 있고, 라우팅 테이블 크기도 줄일 수 있다.

또한 Route Summarization을 지원하므로 여러 개의 라우팅 경로를 하나로 묶어주는 기능이 탁월하여 확장성 네트워크 구현이 가능하다[6][7].

OSPF는 네트워크에 변화가 생기면 변경된 정보만 multicasting(224.0.0.5, 224.0.0.6) 하기 때문에 훨씬 실용적이고 hop count를 255까지 확장할 수 있으므로 중대형 네트워크에 적합하다.

III. 본론

3.1 제시된 학습방안 사례

그림 2의 좌측 절차와 같이 기존의 수업방법으로 먼저 토폴로지를 설계한 후, 각 라우팅 프로토콜별로 해당 토폴로지에 기반한 Cost value를 계산하여 Best Path를 결정한다.

이후, 우측 절차와 같이 대부분의 수업에서 누락된 추적 및 검증 실행과정을 연계하였다. Packet Tracer 또는 GNS3 시뮬레이터를 활용하여 가상 망을 구현한 후, 각 라우팅 프로토콜을 적용하여 Cost value를 검증하고, tracer 명령과 시뮬레이션 패널을 통해 Best Path를 추적 및 검증하는 효과적인 학습방안 사례를 제시하였다.

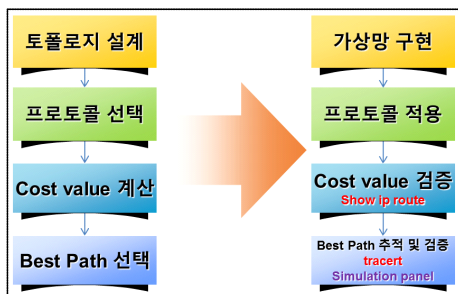


그림 2. 경로선택을 추적 및 검증하기 위한 효과적인 구현 사례
Fig.2. The effective case study for tracing and verification of Path Select

3.2 토폴로지 설계

실제 네트워크와 차이는 있지만 그림 9와 같은 가상 망을 구현하기 위하여, 그림 3과 같이 토폴로지를 설계하였다.

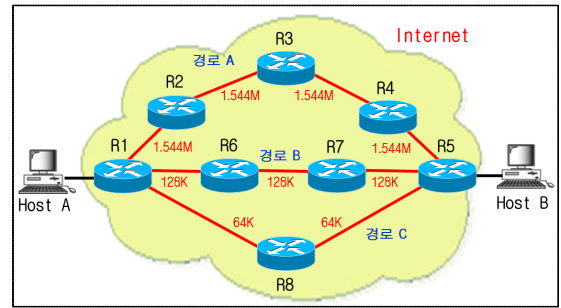


그림 3. 토폴로지 설계
Fig.3. Topology Design

3가지 프로토콜을 비교 분석하기 위하여, Host A와 Host B 사이의 네트워크에 3개의 경로 A, B, C를 설정하였다.

경로 A는 1.544Mbps의 대역폭을 가지며 R1→R2→R3→R4→R5를 경유한다. 경로 B는 128Kbps의 대역폭을 가지며 R1→R6→R7→R5를 경유하게 되고, 경로 C는 64Kbps의 대역폭을 가지며 R1→R8→R5를 경유한다고 가정했다.

3.3 토폴로지 기반 라우팅 프로토콜 사례

3.3.1 RIP Routing Protocol

그림 3의 토폴로지에서 Host A에서 B까지 가는 방법은 경로 A, B, C가 있는데, 경로 A는 라우터 간 대역폭이 1.544Mbps로서 라우터를 가장 많이 경유하고, 경로 B는 라우터 간 대역폭이 128Kbps이며, 경로 C는 라우터 간 대역폭이 64Kbps로서 라우터를 가장 적게 경유한다.

경로 A가 라우터는 많이 거치지만 대역폭이 1.544Mbps로서 패킷을 가장 빨리 보낼 수 있음에도 불구하고, 경로 C의 hop count가 2로 경로 A의 4보다 작다는 이유만으로 표 1과 같이 경로 C를 Best Path로 결정하게 된다.

표 1. 가상 망에서 RIP Path Selection
Table 1. RIP Path Selection on Virtual networks

경로(path)	hop count	비고
A	4	
B	3	
C	2	Best path

그림 9의 가상 망 구현에서, 라우팅 프로토콜로 RIP를 적용한 후 라우터 R1에서 그림 4와 같이 명령을 실행한 결과, metric이 2임을 확인할 수 있었다.

```

R1#sh ip route 200.100.11.2
Routing entry for 200.100.11.0/24
Known via "rip", distance 120, metric 2
Redistributing via rip
Last update from 200.100.9.2 on Serial0/3/0, 00:00:21 ago
Routing Descriptor Blocks:
* 200.100.9.2, from 200.100.9.2, 00:00:21 ago, via Serial0/3/0
Route metric is 2, traffic share count is 1
    
```

그림 4. show ip route 실행 결과
Fig.4. The results of "show ip route"

3.3.2 EIGRP Routing Protocol

EIGRP의 metric 계산은 대역폭(Bandwidth, K1), 부하>Loading, K2), 지연(delay, K3), 신뢰성(Reliability, K4), MTU(Maximum Transmission Unit, K5)의 5가지 변수가 있으며 식 (1)과 같다[8][9][10][11].

$$\left[\left(K_1 \cdot \text{Bandwidth} + \frac{K_2 \cdot \text{Bandwidth}}{256 - \text{Load}} + K_3 \cdot \text{Delay} \right) \cdot \frac{K_5}{K_4 + \text{Reliability}} \right] \cdot 256 \dots (1)$$

그림 9의 가상 망 구현에서, 라우팅 프로토콜로 EIGRP를 적용한 후 R1 라우터에서 그림 5와 같이 명령을 실행하였다.

```

R1#sh ip prot
Routing Protocol is "eigrp 100"
Outgoing update filter list for all interfaces is not set
Incoming update filter list for all interfaces is not set
Default networks flagged in outgoing updates
Default networks accepted from incoming updates
EIGRP metric weight K1=1, K2=0, K3=1, K4=0, K5=0
EIGRP maximum hopcount 100
EIGRP maximum metric variance 1
Redistributing: eigrp 100
Automatic network summarization is not in effect
Maximum path: 4
Routing for Networks:
 200.100.1.0
 200.100.2.0
 200.100.6.0
 200.100.9.0
Routing Information Sources:
Gateway         Distance      Last Update
200.100.6.2     90            6308
200.100.2.2     90            7836
200.100.9.2     90            8102
Distance: internal 90 external 170
    
```

그림 5. show ip protocol 실행 결과
Fig.5. The results of "show ip protocol"

실행결과, metric weight는 K2=K4=K5=0이고 K1=K3=1이고, EIGRP의 metric은 2개의 변수 K1과 K3만을 가지고 계산하면 되므로, 식(1)은 식(2)와 같이 간략화 할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{cost value} &= \min K1 + \text{sum } K3 \\ &= 10,000,000/\text{BW}(\text{Kbps}) \times 256 \\ &+ \text{지연율 합}(\mu\text{s}) \times 256 \dots (2) \end{aligned}$$

표 2는 CISCO에서 cost value를 위해 정의한 metric 기본 값을 나타내고 있다.

표 2. CISCO에서 정의한 metric 기본 값
Table 2. Metric value defined by CISCO

통신매체	delay	BW
Ethernet(10Mbps)	25,600	256,000
1,544Mbps	512,000	1,657,856
128Kbps	512,000	20,000,000
64Kbps	512,000	40,000,000
56Kbps	512,000	45,714,176
10Kbps	512,000	256,000,000

그림 6은 라우터 R1의 s0/2/0 포트의 대역폭 1.544Mbps의 delay 값을 나타내고 있는데, 20,000μs이므로 metric 기본 값 중 delay는 20,000÷10×256 = 512,000가 되어 표 2와 같음을 확인할 수 있었다.

```

R1#sh int s0/2/0
Serial0/2/0 is up, line protocol is up (connected)
Hardware is HD64570
Internet address is 200.100.2.1/24
MTU 1500 bytes, BW 1544 Kbit, DLY 20000 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation HDLC, loopback not set, keepalive set (10 sec)
Last input never, output never, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Input queue: 0/75/0 (size/max/drops); Total output drops: 0
Queueing strategy: weighted fair
    
```

그림 6. show int s0/2/0 실행결과
Fig.6. The results of "show int s0/2/0"

그림 3의 토폴로지에서 Host A에서 B까지 가는 방법은 경로 A, B, C가 있으며, 가상 망의 EIGRP의 대역폭과 Delay는 표 3과 같이 구할 수 있다[3].

표 3. EIGRP의 Cost value(variance = 1)
Table 3. Cost value(variance = 1) of EIGRP

경로	metric	cost value	비고
A	BW: (10,000,000÷1544)×256=1,657,856 Delay: ((20,000+20,000+20,000+20,000+100)÷10)×256=2,050,560	3,708,416	Best path
B	BW: (10,000,000÷128)×256=20,000,000 Delay: ((20,000+20,000+20,000+100)÷10)×256=1,538,560	21,538,560	
C	BW: (10,000,000÷64)×256=40,000,000 Delay: ((20,000+20,000+100)÷10)×256=1,026,560	41,026,560	

따라서, Best path는 cost value가 가장 낮은 값인 3,708,416인 경로 A(R1→R2→R3→R4→R5)가 된다.

그림 9의 가상 망 구현에서, 라우팅 프로토콜로 EIGRP를 적용한 후, 라우터 R1에서 그림 7과 같이 명령을 실행한 결과, metric을 계산하는데 쓰이는 cost value(3,708,416), 총 지연(80,100µs), 최소 대역폭(1,544kbit), 신뢰도(255/255), 최소 MTU(1,500bytes), 경로에 대한 부하(1/255), hop count(4)를 확인할 수 있었다.

```

R1#sh ip route 200.100.11.2
Routing entry for 200.100.11.0/24
Known via "eigrp 100", distance 90, metric 3708416, type internal
Redistributing via eigrp 100
Last update from 200.100.2.2 on Serial0/2/0, 00:06:20 ago
Routing Descriptor Blocks:
* 200.100.2.2, from 200.100.2.2, 00:06:20 ago, via Serial0/2/0
Route metric is 3708416, traffic share count is 1
Total delay is 80100 microseconds, minimum bandwidth is 1544 Kbit
Reliability 255/255, minimum MTU 1500 bytes
Loading 1/255, Hops 4
    
```

그림 7. show ip route 200.100.11.2 실행 결과
Fig.7. The results of "show ip route 200.100.11.2"

3.3.3 OSPF Routing Protocol

OSPF의 metric 계산은 RIP, EIGRP와는 달리 대역폭(Bandwidth) 만을 기준으로 하며, "cost value = 10⁸÷Bandwidth"을 사용한다[8].

표 4는 CISCO에서 cost value를 위해 정의한 대역폭 기본 값을 나타내고 있다.

표 4. CISCO에서 정의한 대역폭 기본 값
Table 4. Bandwidth value defined by CISCO

통신매체	BW	통신매체	BW
Ethernet(10Mbps)	10	128Kbps	781
1.544Mbps	64	64Kbps	1,562

경로 A에서, Cost = 64 + 64 + 64 + 64 = 256

경로 B에서, Cost = 781 + 781 + 781 = 2,343

경로 C에서, Cost = 1,562 + 1,562 = 3,124

따라서, Best path는 표 5에서 cost value가 가장 적은 값인 256인 경로 A(R1→R2→R3→R4→R5)가 된다[3].

표 5. OSPF의 Cost value
Table 5. Cost value of OSPF

경로	구간	metric	cost value	비고
A	R1→R2	100,000,000÷1,544,000 = 64	256	Best path
	R2→R3	100,000,000÷1,544,000 = 64		
	R3→R4	100,000,000÷1,544,000 = 64		
	R4→R5	100,000,000÷1,544,000 = 64		
B	R1→R6	100,000,000÷128,000 = 782	2,346	
	R6→R7	100,000,000÷128,000 = 782		
	R7→R5	100,000,000÷128,000 = 782		
C	R1→R8	100,000,000÷64,000 = 1,563	3,126	
	R8→R5	100,000,000÷64,000 = 1,563		

그림 9의 가상 망 구현에서, 라우팅 프로토콜로 OSPF를 적용한 후 그림 8과 같은 명령을 실행한 결과, 라우터 R1에서 R5까지 cost value가 256임을 확인할 수 있었다.

```

R1#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

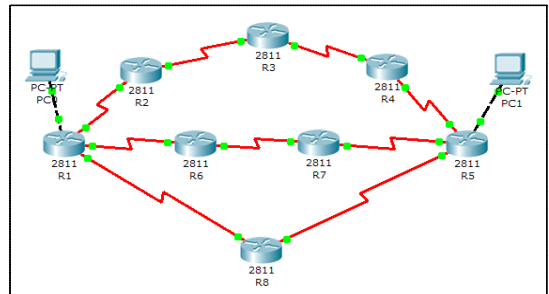
Gateway of last resort is not set

C    200.100.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C    200.100.2.0/24 is directly connected, Serial0/2/0
O    200.100.3.0/24 [110/128] via 200.100.2.2, 00:03:18, Serial0/2/0
O    200.100.4.0/24 [110/192] via 200.100.2.2, 00:03:18, Serial0/2/0
O    200.100.5.0/24 [110/256] via 200.100.2.2, 00:03:18, Serial0/2/0
C    200.100.6.0/24 is directly connected, Serial0/2/1
O    200.100.7.0/24 [110/782] via 200.100.6.2, 00:03:18, Serial0/2/1
O    200.100.8.0/24 [110/1037] via 200.100.2.2, 00:02:58, Serial0/2/0
O    200.100.9.0/24 [110/1518] via 200.100.2.2, 00:02:58, Serial0/2/0
O    200.100.10.0/24 [110/1518] via 200.100.2.2, 00:02:58, Serial0/2/0
O    200.100.11.0/24 [110/257] via 200.100.2.2, 00:02:58, Serial0/2/0
    
```

그림 8. show ip route 실행 결과
Fig.8. The results of "show ip route"

3.4 가상 망 기반 프로토콜 추적 및 검증 사례

추적 및 검증을 실행하기 위하여, 그림 9와 같은 가상 망을 Packet Tracer 또는 GNS3로 구현하면 된다.



포트주소	포트	장비	포트주소	포트	장비
200.100.1.2		PC0	200.100.6.2	s0/2/0	R6
200.100.1.1	fa0/1	R1	200.100.7.1	s0/2/1	R6
200.100.2.1	s0/2/0	R1	200.100.7.2	s0/2/0	R7
200.100.2.2	s0/2/0	R2	200.100.8.1	s0/2/1	R7
200.100.3.1	s0/2/1	R2	200.100.8.2	s0/2/1	R5
200.100.3.2	s0/2/0	R3	200.100.9.1	s0/3/0	R1
200.100.4.1	s0/2/1	R3	200.100.9.2	s0/2/0	R8
200.100.4.2	s0/2/0	R4	200.100.10.1	s0/2/1	R8
200.100.5.1	s0/2/1	R4	200.100.10.2	s0/3/0	R5
200.100.5.2	s0/2/0	R5	200.100.11.1	fa0/1	R5
200.100.6.1	s0/2/1	R1	200.100.11.2		PC1

그림 9. 가상 망 구현
Fig.9. Implementation of Virtual Networks

3.4.1 RIP의 경로선택

그림 9의 가상 망 구현에서, 모든 라우터에 RIP 프로토콜을 적용한 후 그림 10과 같이 PC0에서 PC1로 ping을 실시하여

네트워크가 정상적으로 구동하는 것을 확인한 다음, tracert 명령을 실행하여 경로 C가 Best Path로 결정되어 R1→R8→R5 경로를 통해 패킷이 전송되는 것을 확인하였다[5].

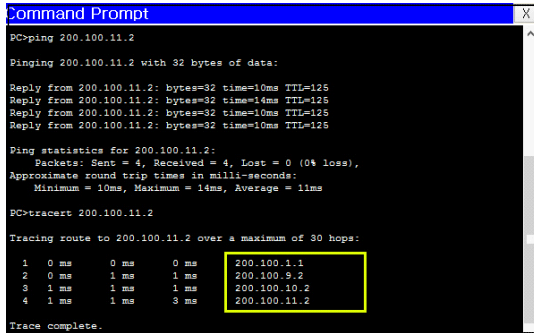
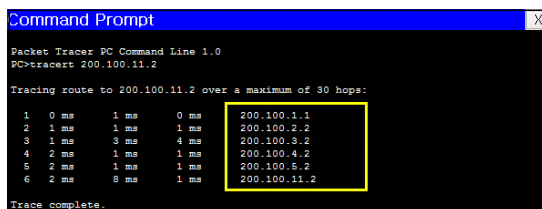


그림 10. RIP 프로토콜의 tracert 실행 결과
Fig.10. The result of "tracert" on RIP Protocol

3.4.2 EIGRP 및 OSPF의 경로선택

그림 9의 가상 망 구현에서, 모든 라우터에 EIGRP 및 OSPF 프로토콜을 적용한 후 PC0에서 PC1로 ping을 실시하여 네트워크가 정상적으로 구동하는 것을 확인한 다음, 그림 11과 같이 tracert 명령을 실행하여 경로 A가 Best Path로 결정되어 R1→R2→R3→R4→R5 경로를 통해 패킷이 전송되는 것을 확인하였다[5].



Vis.	Time (sec)	Last Device	At Device	Type	Info
0.100	--	PC0	PC0	ICMP	
0.101		PC0	R1	ICMP	
0.102		R1	R2	ICMP	
0.103		R2	R3	ICMP	
0.104		R3	R4	ICMP	
0.105		R4	R5	ICMP	
0.106		R5	PC1	ICMP	
0.107		PC1	R5	ICMP	
0.108		R5	R4	ICMP	
0.109		R4	R3	ICMP	
0.110		R3	R2	ICMP	
0.111		R2	R1	ICMP	
0.112		R1	PC0	ICMP	

그림 11. EIGRP와 OSPF 프로토콜의 Tracert 실행 결과
Fig.11. The result of "tracert" on EIGRP & OSPF Protocol

IV. 결론

본 연구는 각 대학 컴퓨터관련 학과에 개설되어 있는 컴퓨터 네트워크 교과목에서 다루고 있는 IGP 라우팅 프로토콜인 RIP, EIGRP, OSPF 프로토콜의 경로선택과 관련하여 가상 망을 구현한 후 각 라우팅 프로토콜의 경로선택을 추적 및 검증하기 위한 효과적인 구현사례를 제시하였다.

제시된 구현 사례는 먼저 토폴로지를 설계한 후, 각 라우팅 프로토콜별로 해당 토폴로지에 기반 한 Cost value를 계산하여 Best Path를 결정한다.

이후 Packet Tracer 또는 GNS3 시뮬레이터를 활용하여 가상 망을 구현한 후, 각 라우팅 프로토콜을 적용하여 show ip route 명령 등을 실행함으로써 Cost value를 검증하고, ping, tracert 명령과 시뮬레이션 판넬을 통해 경로선택을 추적 및 검증한 결과가 일치함을 확인하였다.

시뮬레이션 결과, 가상 망에서 RIP는 경로 C를 EIGRP와 OSPF는 경로 A를 최적의 경로로 선택하였다.

따라서, 구현 사례는 기존 이론 중심의 Best Path 선택을 시뮬레이터 상에서 네트워크를 구현한 후, 경로의 추적 및 검증을 통해 라우팅 프로토콜의 경로선택을 쉽게 이해할 수 있으므로 우수한 학습 결과가 기대된다.

본 연구에서 제시된 IGP 라우팅 프로토콜의 경로선택에 관한 구현 사례는 그동안 토폴로지를 기반으로 교수자에 의해 주로 이론으로 검증하는 강의중심으로 운영해 왔고, 시뮬레이터 기반의 가상 망을 구현하여 경로선택을 추적 및 검증하는 논문이 발표된 적이 없기 때문에 기존 논문과 비교 분석하여 장단점이나 개선점을 제시할 수 없었던 점을 이쉽게 생각한다.

향후, 제시된 각 라우팅 프로토콜의 경로선택을 추적 및 검증하기 위한 구현 사례를 실제 수업에 적용하여 문제점을 도출하고 취약점을 보완해야 하며, 평가도구를 개발하고 분석하여 제시된 사례의 타당성을 검증할 필요가 있다.

또한 최적 라우팅으로 평가받고 있는 EIGRP, OSPF, IS-IS 등을 대상으로 보다 최적화된 가상 망을 구현하여, 경로선택 이외에도 router updates, throughput, queuing delay 등의 보다 다양한 분야를 비교 및 분석하는 연구가 필요하다[12].

참고문헌

- [1] J.S. Youn, "Virtual Location Information based Routing Scheme in Wireless Ad-Hoc Networks", Journal of The KSCI, Vol. 18, No. 2, pp. 77~85, February 2013
- [2] J.W Lee, N.Y Ko, "A study on the traffic analysis of RIP and EIGRP for the most suitable routing", Journal of KIICE, Vol. 6, No. 1, pp. 36~40, February 2002
- [3] Unknown, "Comparative analysis of Routing Protocol - RIP, OSPF, EIGRP", 2004
- [4] M.J. Kim, J.W. Jang, "Research of the quality of IPTV over IP network", Journal of KIMICS Vol.13, No.7, July 2009.
- [5] G.D. Park, J.S. Chung, K.W. Jung, "Implementation of Embedded Educational Router System", Journal of KSCI Vol.18, No.5, May 2013.
- [6] S.C Lee, Peter Jeon, "Introduction to network", Never Stop, 2011
- [7] K.H. Jin, "CISCO Networking", SungAnDang, 2011
- [8] Kiavash Mirzahosseini, Michael Nguyen, Sarah Elmasry, http://www.sfu.ca/~mtn9/427_Report.pdf
- [9] Pankaj Rakheja, Prabhjot Kaur, Anjali Gupta, "Performance Analysis of RIP, OSPF, IGRP and EIGRP Routing Protocols in a Network", International Journal of Computer Applications(0975-888), Vol. 48, No.18, pp. 6-11, June 2012
- [10] Sandra Sendra, Pablo A. Fernández, Miguel A. Quilez and Jaime Lloret, "Study and Performance of Interior Gateway IP Routing Protocols", Network Protocols and Algorithms, Vol. 2, No. 4, pp. 88-117, 2010
- [11] Syed Yasir Jalali, Sufyan Wani and Majid Derwesh, "Qualitative Analysis and Performance Evaluation of RIP, IGRP, OSPF and EGRP Using OPNET", Advance in Electronic and Electric Engineering, Vol 4, No 4, pp. 389-396, 2014
- [12] Y.M. Park, "A Study on the Group Routing Algorithm in DHT-based Peer-to-Peer System", Journal of KSCI, Vol. 17, No. 12, pp. 111-120, December 2012

저자 소개



김 노 환

1978: 숭실대학교 전자공학과 공학사

1983: 연세대학교 산업대학원

전자전공 공학석사

2002: 강원대학교 전자공학과 공학박사

현재: 경동대학교 정보보안학과 교수

관심분야: 컴퓨터네트워크

Email : nwkim@k1.ac.kr