

최단경로 우선 프로토콜(OSPF) 시험 시뮬레이터 설계 및 구현

이상문^o, 장성만, 육상조, 이 극
한남대학교 컴퓨터공학과

A Design and Implementation of a Test Simulator for OSPF Routing Protocol

Sang-Moon Lee^o, Sung-Man Jang, Sang-Joo Yook, Geuk Lee
Dept of Computer Engineering, Hannam University

요 약

국내의 라우터 시장은 급속한 성장추세에 있으며, 이와 같은 추세를 볼때 2004년 국내 라우터 시장은 2조원 정도의 규모가 될것으로 예상되어지고 있다. 하지만 라우터의 핵심 부품이라 칭할수 있는 라우팅 프로토콜은 현재 외국의 와인드리버사나 라우터웨어사에서 상용 라우팅 S/W를 수입하고 있는 실정이며, 고가의 라이센스 비용을 지불하고 있는 실정이다. 본 논문에서 다루고 있는 OSPF의 경우 AREA 간의 라우팅을 위하여 쓰이고 있으며 RFC 2328에 그 스펙이 정의되어져 있다. 여기서는 라우팅 프로토콜을 개발할 경우, 개발한 후에 기능 시험을 해야 하며 이들 기능 시험을 위한 시험 시나리오의 생성, 시험 환경의 구축, 적합성 시험 기술 등에 대한 연구 및 개발이 필요하다. 라우팅 프로토콜 시험 환경의 개발은 OSPF 프로토콜을 구현할 경우 프로토콜 기능을 시험할 수 있는 환경을 구축한다. 본 논문의 주요 내용은 라우팅 프로토콜인 OSPF 라우팅 프로토콜에 대한 시험 시나리오 생성 기술 연구, 시험 환경 구축, 시험 시나리오에 따른 프로토콜 적합성 시험, 망 적용 시험 수행이다. 이러한 기능들을 수행하기 위해 OSPF을 위한 시험 환경을 개발하고 단위 기능들에 대한 시험을 수행한다.

1. 서론

인터넷 사용 급증으로 인한 트래픽의 폭발적 성장으로 대용량의 라우팅 기능과 부가서비스를 지원하는 고속 시스템에 대한 요구가 급증하였고, 이에 따라 기가비트 라우터와 테라비트 라우터가 폭발적인 성장세를 보이는 등 기존의 LAN 시장을 탈피하여 백본화하는 추세를 보이고 있다.

라우터 방향은 IP 라우팅을 지원하는 Layer 3 스위치의 등장으로 점차 그 비중이 감소될 것이라는 예상이 있었으나, 액세스 라우터와 고성능 라우터 이상의 백본 라우터 판매가 급성장하면서 지속적인 성장세를 유지하고 있다. 라우팅 프로토콜은 IETF (Internet Engineering Task Force)에 의해서 표준화 되며 AS(Autonomous System) 내에서의 라우팅을 결정하는 IGP(Interior Gateway Protocol) 프로토콜과 AS간 라우팅을 결정하는 EGP(Exterior

Gateway Protocol) 프로토콜로 분류된다. IGP 프로토콜로는 RIP, OSPF, ISIS 등이 있으며 EGP 프로토콜로는 EGP와 BGP가 있다. 이중 IGP 프로토콜로는 주로 OSPF, EGP 프로토콜로는 BGP가 사용된다.

본 논문에서는 라우팅 프로토콜 시험 환경 개발 및 라우팅 시험 프로그램을 개발하려고 한다. 라우팅 프로토콜 시험 환경의 개발은 OSPF(Open Shortest Path First)의 기능을 시험할 수 있는 환경을 구축하는 것이다. 또한 이들 각 라우팅 프로토콜에 대한 시험 시나리오 개발과 시험하고자 하는 기능을 정의하고 테스트 베드를 구축하여 라우팅 기능을 시험하는 소프트웨어를 포함한다. 새로운 라우팅 프로토콜을 개발하고자 하는 경우나 기존의 라우팅 프로토콜을 시험하고자 하는 경우 상용 라우터에서 이용되는 프로토콜 시험 프로그램을 개발하고 테스트 망을 구

축하여 시험을 한다. 또한 새로운 라우팅 프로토콜의 개발 시에 본 논문에서 구현한 프로토콜 시뮬레이터를 사용하여 개발된 프로토콜을 시험 할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 RFC 2328 에 기반한 경계 게이트웨이 프로토콜을 기술하며, 3장에서 OSPF의 프로토콜 시험을 지원하기 위한 플랫폼 설계 및 프로토콜 시뮬레이터의 구성 요건을 보인다. 4장에서는 설계 및 구현된 시뮬레이터의 성능 결과를 보이며, 끝으로 5장에서 본 논문의 요약과 결론을 맺는다.

2. OSPF(Open Shortest Path First) 이란

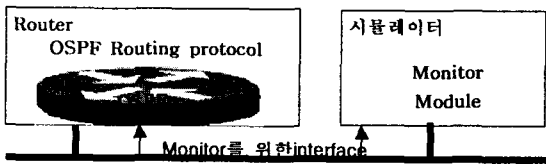
OSPF(Open Shortest Path First)는 IETF (Internet Engineering Task Force)의 IGP(Interior Gateway Protocol) Working Group에 의해, IP 네트워크를 위해 개발되었다. 이 Working Group은 인터넷, 대단위, 국제적 네트워크에서의 사용을 위한 SPF (Shortest Path First) 알고리즘에 기초한 IGP를 디자인하기 위해 1988년에 형성되었다.

OSPF 단어 자체에서 볼 수 있듯이, OSPF는 두 가지 주요 특성을 가지고 있다. 하나는 그 Specification이 개방(Open)되었다는 것이며, 다른 하나는 SPF 알고리즘에 기초하고 있다는 것이다.

총 5가지의 PACKET으로 구성되어지며, 그 종류는 Hello packet, Database Description packet, Link State Request packet, Link State Update packet, Link State Acknowledgment packet 으로 나눌 수 있다.

3. 경계 게이트웨이 프로토콜 테스트 환경

시뮬레이터의 주된 기능은 라우터 데몬(Router Daemon)과 일정한 시나리오에 의해 상호 작용하여 그에 대한 결과값을 모니터링 할 수 있도록 하는 것이라 할 수 있다. 다음 (그림 2)는 시뮬레이터의 동작 구성환경을 표현한 것이다.



(그림 2) 시뮬레이터의 동작 방식

시뮬레이터는 아래의 4가지 구성요소로 이루어져 있다.

- OSPF 라우팅 프로토콜 : 구현된, 또는 상용 라우팅 프로토콜이 동작하는 라우터 또는 OSPF 라우터 데몬이다.

- OSPF 시뮬레이터 : 일정한 시나리오를 토대로 작동되는 라우팅 소프트웨어

- Monitor Module : 시뮬레이터에서 구현된 라우팅 프로토콜의 내부 정보를 모니터링하기 위한 처리 기능을 수행한다.

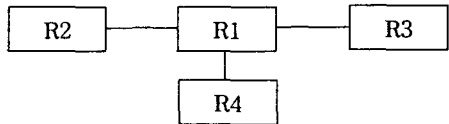
- Monitor 는 파일 형태로 출력 된다. 사용자는 로그파일을 통해 현재 개발된 라우터의 프로토콜의 여러 여부를 판단할 수 있다.

4. OSPF 시뮬레이터의 시험 환경 및 고찰

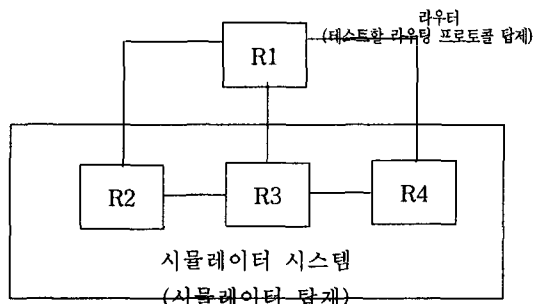
라우팅 프로토콜 시뮬레이터란, 기존의 라우팅 소프트웨어를 이용하여 네트워크 망 구성 시 발생할 수 있는 오류 또는 배드(bad) 패킷의 발생을 현실과 같은 상황을 구현해내는 시스템이라 할 수 있다. OSPF 시뮬레이터는 OSPF 프로토콜을 가상적으로 설정한 망에서 그 동작을 시험할 수 있는 시험 환경을 제공하는 시스템이다.

라우팅 정보를 포함하고 있는 환경설정 파일(configuration file) 및 시험하고자 하는 라우팅 명령어를 포함하는 명령어 파일(command file)을 입력으로 받아들여 가상적으로 설정된 인터넷 망에 대한 OSPF 프로토콜에 대한 동작을 시험한다.

(그림 3)과 (그림 4)는 본 시뮬레이터를 이용하여 가상적인 인터넷 망에서의 프로토콜의 기능을 시험하는 예를 보여준다.



(그림3) 4개의 라우터로 구성된 인터넷 망의 예



(그림4) 시뮬레이터를 이용한 (그림 3)에 대한 시뮬레이션

4.1 경계 게이트웨이 프로토콜 시험 항목에 대한 고찰

RFC를 바탕으로 하여 Hello protocol의 적합성, Flooding과 Adjacency 절차시험, Link State Advertisement의 Origination과 수신 후 처리, 라우팅 테이블을 만들기 위해 intra-area route 검증, inter-area route, external -route를 계산 시험,등의 기능을 검증한다. 다음은 각 시험에 대한 간략한 예를 나타낸다.

1) Hello Protocol 시험

이 시험은 Hello protocol의 적합성을 검증하기 위하여 시행한다.

시험 이름	시험 내용	RFC2328
hello_addressing_and_timing	Broadcast, Point to Point 망에서 hellointerval 주기와 IP multicastaddress (AllSPFRouters)로 hello 패킷을 송신하는 것을 검증한다	Section 9.5

2) Flooding and Adjacency 시험

Flooding과 Adjacency 절차를 검증하기 위하여 시행한다.

시험 이름	시험 내용	RFC2328
multi_access_adjacencies	Multi-access 망에서DR, BDR 인 라우터가 모든 DROther인 라우터와 adjacency 과정을 수행하는 것을 검증한다	Section 10.
Master_negotiation	Master/Slave negotiation이 정상적으로 이루어지는지 검증한다	Section 10.

3) Link State Advertisement시험

Link State Advertisement의Origination과 수신 후 처리에 관해 검증하기 위한 시험이다

시험 이름	시험 내용	RFC2328
router_lsa_originating_and_flushin	Router-LSA가 originating되는 시점과 flushing하는 시점을 모두 정의한 후, 이 시점에 따라 정상적으로 Router-LSA를originating하고 flooding하거나, flushing하는지 검증한다	Section 12.

4)Route Calculatio 시험

라우팅 테이블을 만들기 위해 intra-area route, inter-area route, external-route를 계산을 검증하기 위한 시험이다

시험 이름	시험 내용	RFC2328
spf_calculatio	SPF 알고리즘을 이용하여 한 area의 route 정보를 계산하는 것을 검증한다	Section 16.

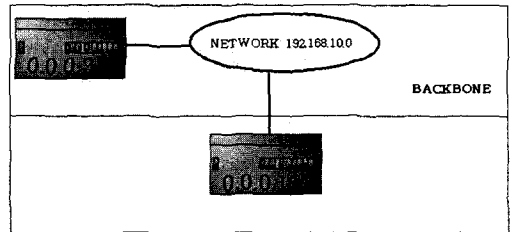
4.2 경계 게이트웨이 프로토콜 프로토콜 시험 항목 검증 실험 결과

이 시험은 Broadcast, Point to Point 망에서 hellointerval 주기와 IP multicast address (AllSPFRouters)로 hello 패킷을 송신하는 것을 검증한다.

1) TEST 명 : Hello_addressing_and_timing

2) 참조 : RFC 2328 Section 9

3) 시험망의 형식(물리적 형식)



4) 시험망의 물리적 형식 정보

ROUTER 이름	ROUTER 물리적 정보		기타 정보
TR	AS ID	0.0.0.0(back bone)	priority 1
	NETWORK ID	192.168.10.0	hellointerval 10
	ROUTER ID	0.0.0.2	router dead interval 40
	INTERFACE ID	192.168.10.101	
SI	AS ID	0.0.0.0(back bone)	priority 0
	NETWORK ID	192.168.10.0	hellointerval 10
	ROUTER ID	0.0.0.112	router dead interval 40
	INTERFACE ID	192.168.10.112	

5) 시험망에 대한 시뮬레이터 명령어의 구성

파일 정보	설정내용	기타
순차 명령	<pre>start(ospf_test1.conf,ospf_test1.net) traceON(0.0.0.2,ospf_test1.log3) traceON(0.0.0.3,ospf_test1.log2) routerUP(0.0.0.2) wait(0.0.0.2,40) end</pre>	
라우터 환경 설정	<pre>router 0.0.0.2 { protocol ospf { interface 192.168.10.101 neighbor 192.168.10.112 { priority 1; multicast ; } } }</pre>	SI
네트워크 환경 설정	<pre>as 201 { area 0.0.0.0 { network 192.168.10.0 mask 255.255.255.0 { router 0.0.0.112 interface 192.168.10.112 cost 1; router 0.0.0.2 interface 192.168.10.101 cost 1; } } }</pre>	
테스터 라우터 설정 정보	<pre>router-id 0.0.0.112; ospf yes { traceoptions all; backbone { interface 192.168.10.112 cost 1 { retransmitinterval 5; transldelay 1; priority 0; hellointerval 10; routerdeadinterval 40; } } };</pre>	TE

6) 시험망에 TEST 결과

(1) Broadcast, Point to Point 망에서 hellointerval 주기와 IP multicast address(AIIS PFRouters)로 hello 패킷을 송신하는 것을 검증하는 것인데, hellopaket이 원하는 각각의 target 라우터로 packet을 보내는 것을 확인한다.

```
HELLO  RECV 192.168.10.112 -> 224.0.0.5 at Sep 10 21:40:37
```

```
Version : 2 Length : 44
TYPE : HELLO Router ID : 0.0.0.112 Area ID : 0.0.0.0
Checksum : fc2f Authkey : 00.00.00.00.00.00.00
```

```
Netmask = 255.255.255.0
Options : External
Hello_int 10 Dead_int 40
Priority 0
DR : 0.0.0.0 BDR : 0.0.0.0
```

```
HELLO  SEND 192.168.10.101 -> 224.0.0.5 at Sep 10 21:41:14
```

```
Version : 2 Length : 44
TYPE : HELLO Router ID : 0.0.0.2 Area ID : 0.0.0.0
Checksum : 6676 Authkey : 00.00.00.00.00.00.00
```

```
Netmask = 255.255.255.0
Options : External
Hello_int 10 Dead_int 40
Priority 1
DR : 192.168.10.101 BDR : 192.168.10.112
```

5. 결론

라우터의 라우팅 기능을 지원하기 위하여 인터넷 라우팅 프로토콜을 개발하였을 경우에 이들 라우팅 프로토콜을 개발한 후에는 기능 시험이 필수적이다.

본 논문에서는 이들 기능 시험을 위한 시험 시나리오의 생성, 시험 환경의 구축, 적합성 시험 기술 등에 대해 연구 및 구현하였다. 인터넷 라우팅 프로토콜 플랫폼의 개발은 OSPF RFC2328 사양을 기반으로 하여 개발하였다. OSPF시뮬레이터의 개발도 마찬가지로 이들 RFC를 기반으로 하는 프로토콜 기능을 시험할 수 있도록 구현하였다. 그러나 프로토콜 시뮬레이터 개발 시에 라우팅 프로토콜의 기능을 시험하고 검증할 수 있는 시험 항목, 시험 방법, 시험 시나리오 등에 대한 표준화된 절차가 국내에 존재하지 않아 RFC2328 문서와 라우터 데몬인 게이트웨이 라우팅 데몬(gated)와 비교 분석하여 시험 방법 및 시험 절차를 정하고 실시하였다. 향후 RIP(Routing Information Protocol), 및 BGP4+(Border GateWay Protocol IPv6)에 대한 시뮬레이터에 대한 구현도 필요할 것으로 본다.

참고문헌

- [1] Behrouz A. Forouzan, "TCP/IP Protocol Suite", Mac Graw-Hill, 2000.
- [2] Stevens, "TCP/IP 네트워크", 진영사, 1998.
- [3] Craig Hunt, TCP/IP Network Administration, O'REILLY, 1998.
- [4] J. Moy, "OSPF Version 2 " RFC 2328, 1998.