

# 라우팅 프로토콜(BGP4) 시뮬레이터 개발

이상문\*, 장성만\*, 김주병\*\*, 이극\*  
한남대학교 컴퓨터공학과\*  
(주)모두텍\*\*

## Implementation of a Test Simulator for BGP Routing Protocol

Sang-Moon Lee, Sung-Man Jang, Ju-Byung Kim, Geuk Lee  
Dept of Computer Engineering, Hannam University  
Modutech, Inc

### 요약

본 논문에서는 RFC 1771에 기반한 BGP4 라우팅 프로토콜개발 후 시험운영과 테스트 시뮬레이터에 관한 개발 과정을 기술하였다. 시험운영 및 테스트 시뮬레이터는 RFC1771 A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4)를 바탕으로 하여 메시지 전송, Path attributes 전송, Route Selection, Finite State Machine, Error 처리 기능을 검증 시험 한다. 본고에서는 이에 대한 간략한 망의 구성 방법과 이에 대한 시험시뮬레이터, 및 테스트 라우터의 환경 설정방식을 제시한다.

### 1. 서론

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. 국내에서는 상용 라우팅 프로토콜을 개발하여 판매하는 업체가 없으며, 외국의 윈드리버(WindRiver)사나 라우터웨어(RouteWare)사 등에서 상용 라우팅 S/W를 판매하고 있다. 외국의 상용 라우팅 S/W를 구매하여 사용할 경우에는 비용이 비쌀 뿐만 아니라 S/W의 오류 수정이나 기능 보안을 위한 기술적인 지원을 받는데 있어서도 많은 제약이 따르게 된다. 따라서 라우터의 핵심 소프트웨어인 라우팅 프로토콜의 국산화가 시급한 실정이다.

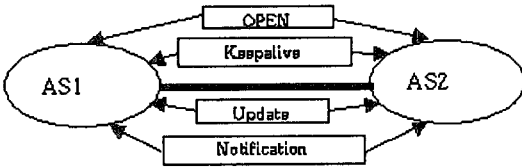
본 논문에서는 라우팅 프로토콜 시험 환경 개발 및 라우팅 시험 프로그램을 개발하려 한다. 라우팅 프로토콜 시험 환경의 개발은 경계 게이트웨이 프로토콜(BGP : Border Gateway Protocol)의 기능을 시험할 수 있는 환경을 구축하는 것이다. 또한 이들 각 라우팅 프로토콜에 대한 시험 시나리오 개발과 시험하고자 하는 기능을 정의하고 테스트 베드를 구축하여 라우팅 기능을 시험하는 소프트웨어를 포함한다. 새로운 라우팅 프로토콜을 개발하고자 하는 경우나 기존의 라우팅 프로토콜을 시험하고자 하는 경우 상용 라우터에서 이용되는 경계 게이트웨이 프로토콜 시험 프로그램을 개발하고 테스트 망을 구축하여 시험을 한다. 또한 새로운 라우팅 프로토콜의 개발 시에 본 논문에서 구현한 경계 게이트웨이 프로토콜 시뮬레이터를 사용하여 개발된 프로토콜을 시험 할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 RFC 1771에 기반한 경계 게이트웨이 프로토콜을 기술하며, 3장에서 경계 게이트웨이 프로토콜 시험을 지원하기 위한 플랫폼 설계 및 경계 게이트웨이 프로토콜 시뮬

레이터의 구성 형식을 보인다. 4장에서는 설계 및 구현된 시뮬레이터의 지원가능 테스트 종류를 설명하고, 직접 구동시킨 결과를 보여주며, 끝으로 5장에서 본 논문의 요약과 결론을 맺는다.

**2. RFC 1771에 기반한 BGP4 라우팅**

경계 게이트웨이 프로토콜은 경로 벡터 라우팅(path vector routing)이라는 라우팅 방법에 근거한다. BGP4 프로토콜은 RFC1771 사양을 기반으로 정의되어 있다. BGP 패킷의 종류는 오픈(Open) 패킷, 업데이트(Update) 패킷, 킵얼라이브(Keepalive) 패킷, 노티피케이션(Notification) 패킷의 네가지가 있다. 처음 BGP 연결을 시도할 경우 Open 패킷을 이웃하는 라우터와 주고 받으며, 연결이 설정되면 각자 자신이 가진 라우팅 테이블 정보를 Update 패킷으로 전달함으로써 라우팅 정보를 교환한다. 이후 라우팅 정보가 수정되면 수정된 라우팅 정보를 교환하게 되며, 주기적으로 킵얼라이브 패킷을 통해서 이웃 라우터가 계속 연결 상태를 유지함을 확인한다. 또한 특별한 사건이나 오류가 발생할 경우에는 노티피케이션 패킷을 전달하여 이웃 라우터에 그 상황을 알리게 된다(그림 1).



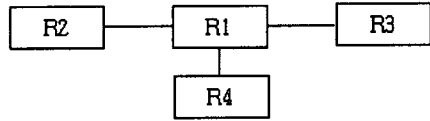
(그림 1) BGP의 4가지 메시지

**3. 시뮬레이터와 BGP4 프로토콜간의 시험 환경**

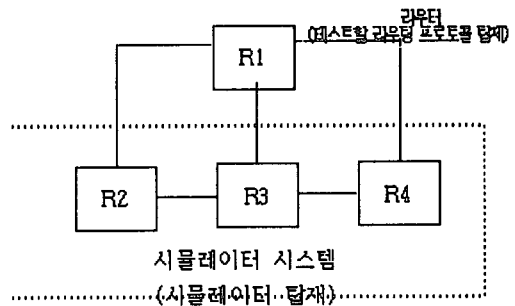
라우팅 프로토콜 시뮬레이터란, 기존의 라우팅 소프트웨어를 이용하여 네트워크 망 구성시 발생할 수 있는 오류 또는 배드(bad) 패킷의 발생을 현실과 같은 상황을 구현해내는 시스템이라 할 수 있다. BGP4+ 시뮬레이터는 BGP 프로토콜을 가상적으로 설정한 망에서 그 동작을 시험할 수 있는 시험 환경을 제공하는 시스템이다.

시뮬레이터는 라우팅 정보를 포함하고 있는 환경 설정 파일(configuration file) 및 시험하고자 하는 라우팅 명령어를 포함하는 명령어 파일(command file)을 입력으로 받아들이며 가상적으로 설정된 인터넷 망에 대한 BGP4+ 프로토콜에 대한 동작을 시험한다.

(그림 2)와 (그림 3)은 본 시뮬레이터를 이용하여 가상적인 인터넷 망에서의 경계 게이트웨이 프로토콜 프로토콜의 기능을 시험하는 예를 보여준다.



(그림 2) 4개의 라우터로 구성된 인터넷 망의 예



(그림 3) 시뮬레이터를 이용한 (그림 2)에 대한 시뮬레이션

시뮬레이터개발에 있어 가장 중요한 것은 기존의 OSPF, BGP와 시뮬레이터간의 통신이 정상적으로 이루어 지느냐에 있다. 또한, 시뮬레이터는 가상의 시나리오를 생성, 시나리오에 맞추어서 시험을 할수 있는 기능을 지녀야 한다.

또한 OSPF, BGP 시뮬레이터는 위의 RFC1771, RFC2328 항목을 모두 지원해야 한다.

<b>파일 파입 (입력부)</b>	
	명령어 순차 입력부
<b>환경설정 파입 (입력부)</b>	
CSBAE_LOAD (Network configure)	NETWORK, ROUTER의 환경설정부
CONFIG_LOAD (Router configure)	
<b>ROUTER_TABLE DUMP FILE(출력부)</b>	
ROUTER_DUMP (File-name)	라우터 테이블 DUMP part
<b>ROUTER INFORMATION DUMP FILE(출력부)</b>	
TRACE_LOAD (Router id)	log_file 인 event dump

(그림 4) 시뮬레이터의 구성도

위에 그림처럼 나와있듯이, 시뮬레이터는 3개의 구성 부로 나누어 진다. 환경설정부 순차적인 명령어 실행 부, 명령어와 환경설정에 대한 결과 출력부라 할수 있다.

#### 4. BGP4 프로토콜 시험 항목에 대한 고찰

RFC1771 A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4) 를 바탕으로 하여 메시지 전송, Path attributes 전송, Route Selection, Finite State Machine , Error 처리 기능을 검증한다. 아래는 전체적인 시험 항목요소 및 결과를 나타낸다.

##### 1) 메시지 전송 시험

BGP 메시지 전송을 위한 경로 설정, 전송 규칙, 각 메시지에 대한 처리 방법에 대한 기능을 검증한다.

##### 2) Path attributes 전송 시험

UPDATE 메시지에 포함되는 Path attributes에 대해 메시지 전송 시, 각 attributes값에 대한 처리 기능을 검증한다.

##### 3) Route Selection 시험

BGP는 Route Advertisement를 위하여, "Decision Process"를 수행하여 적절한 라우터를 선택한다. 이때, 여러 개의 라우터가 존재할 경우, "Tie Breaking" 알고리즘을 수행하여 적절한 Route를 선택한다.

##### 4) Finite State Machine(FSM) 시험

BGP FSM의 각 해당 상태에서 발생하는 이벤트에 따라 FSM의 상태전이 및 해당 처리를 수행하는 기능을 검증한다.

##### 5) Error 처리 시험

Error가 발생하였을 경우, 해당 Error code는 NOTIFICATION 메시지를 통해 알려지고, 보고 받은 Error에 대해서 해당 처리를 수행하는 기능을 검증한다.

##### 6) Optional Capability 시험

BGP Extension 기능인 Confederation, Route Reflection, Community attribute 기능수행을 검증한다.

#### 4.1 BGP4 프로토콜 기능 시험 항목 검증 시험

##### 1) 시험명 : Set TCP Connection

BGP4프로토콜의 전송 시험 중 포트 179을 사용하여 Internal/External Peer에 대한 TCP Connection을 연

결시험은 다음 (그림 5)과 같다.



(그림 5) TCP Connection 연결시험

TRn : simulator  
RUT : testing router  
Nn: network

아래의 <표1>는 RUT, TRn에 대한 설정 파일 및 명령어 파일 구성을 나타낸다.

<표 2> RUT, TRn에 대한 설정 파일 및 명령어 파일 구성

<b>testing router configure</b>	
system : <b>gated system</b>	
<pre> autonomoussystem 65002; /* 자율시스템 번호 */ routerid 0.0.0.200; /* 라우터 인터페이스 */ bgp on {   traceoptions packets;   group type internal peeras 65002   {     peer 192.168.10.22; /* 라우터 피어*/   }; </pre>	
<b>RUT 설정</b>	
<b>simulator router configure</b>	
<pre> router 0.0.0.100 /* 라우터 인터페이스 */ {   protocol bgp 65002 /* 자율시스템 번호 */   {     ipv4 network 192.168.10.0/24 /*IPv4 인터페이스*/     interface 192.168.10.22 peer 192.168.10.24 /* 라우터 피어*/     remote-as 65002 /* 자율시스템 번호 */   } } </pre>	
<b>TRn 설정</b>	
<b>simulator router comand file</b>	
<pre> check_ip(ipv4); /*프로토콜 체크 */ start(01.conf); /*설정 파일 읽기 */ router-up(0.0.0.100); /* 라우터 명령어 */ router-up(0.0.0.200); </pre>	
<b>router comand</b>	

시험 항목	시험 내용	참 조 (RFC1771)
Set TCP Connection	Port 179을 사용하여 Internal/External Peer에 대한 TCP Connection을 연결한다.	Section 2

2) 시험명 : Negotiate Hold Time  
 (그림6)과 같이 TR에 대해서 config file를 설정 하고 RUT에 대해서도 설정한다.  
 RT1 과 RUT 는 같은 AS 이다.  
 Network 와 ip address에 대해서는 임의의 적당한 값을 설정한다.  
 RUT의 Hold Time을 10초로 설정한다.  
 TR1의 Hold Time을 20초로 설정한다.



(그림 6) Negotiate Hold Time

TRn : rps router  
 RUT: testing router  
 Nn: network

```
testing router configure
system : gated system
autonomoussystem 65002; /* 자율시스템 번호 */
routerid 0.0.0.200; /* 라우터 인터페이스 */
bgp on {
    traceoptions packets;
    group type internal peeras 65002
    {
        peer 192.168.10.22; /* 라우터 피어*/
    };
};
```

RUT 설정

```
simulator router configure
router 0.0.0.100 /* 라우터 인터페이스 */
{
    protocol bgp 65002
    {
        ipv4 network 192.168.10.0/24
        interface 192.168.10.22 peer 192.168.10.24 remote-as 65002
        {
            holdtime 20; // TIME 설정
            keepalive 5;
        }
    }
};
```

TRn 설정

```
simulator router comand file
check_ip(ipv4); /*프로토콜 체크 */
start(01.conf); /*설정 파일 읽기 */
router-up(0.0.0.100); /* 라우터 명령어 */
router-up(0.0.0.200);
```

router comand

시험 항목	시험 내용	참 조 (RFC1771)
Set TCP Connection	Port 179을 사용하여 Internal/External Peer에 대한 TCP Connection을 연결한다.	Section 2

### 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 BGP RFC1771 사양을 기반으로 하여 개발하였다. BGP 시뮬레이터의 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 RFC1771 문서와 라우터 데몬인 게이트웨이 라우팅 데몬(gated)와 비교 분석하여 시험 방법 및 시험 절차를 정하고 실시하였다. 향후 RIP(Routing Information Protocol), 및 OSPF(Open Shortest Path First)에 대한 시뮬레이터에 대한 구현도 필요할 것으로 본다.

### [참고문헌]

- [1] Y. Rekhter, A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4), RFC-1771, 1995.
- [2] John W. Stewart III, "BGP4 : Inter-Domain Routing in the Internet" Addison-Wesley, 1999.
- [3] Pete Loshin, Big Book of Border Gateway Protocol (BGP) RFCs, Morgan Kaufmann, 2000.
- [4] Craig Hunt, TCP/IP Network Administration, O'REILLY, 1998.
- [5] D. Haskin, "A BGP/IDRP Route Server alternative to a full mesh routing" RFC 1863, 1995.