

# GRE 터널링을 이용한 BGP 어나운싱 방법에 대한 연구

홍윤석\*, 한우영<sup>o</sup>, 박성수\*\*

\*고양일고등학교,

<sup>o</sup>한국디지털미디어고등학교 웹프로그래밍과,

\*\*한국디지털미디어고등학교 교사

e-mail: me@yunseok.kr\*, {hanu<sup>o</sup>, sspark\*\*}@dimigo.hs.kr

## A Case Study Of BGP Announcing Over GRE Tunneling

Yunseok Hong\*, Wooyoung Han<sup>o</sup>, Sungsu Park\*\*

\*Goyang il high school,

<sup>o</sup>Korea Digital Media High School Web Programming Department,

\*\*Korea Digital Media High School Teacher

### ● 요약 ●

본 논문에서는 GRE 터널링을 사용한 원격지에서의 BGP 어나운싱 방법에 대해 서술한다. BGP 어나운싱을 진행하기 위해서는 고가의 라우터 장비와, 고성능, 고가용성의 네트워크, 자율시스템 망 식별 번호 (AS Number)이 필요하지만 소형 네트워크 운영을 위해 위 요소들을 모두 구비하는 것은 어려운 점이 많기 때문에, BGP Announce를 지원하는 퍼블릭 클라우드와의 GRE 라우팅을 사용해서 저비용으로 안정적인 BGP Announce를 하는 방법과, 이에 필요한 소프트웨어적 구성에 대해서 기술한다.

키워드: BGP, GRE Tunneling(GRE 터널링), Anycast(애니캐스트)

## I. 서론

최근 Anycast 형태의 네트워크 구성을 통한 국제망 가속 (Global Network Acceleration)을 구성하는 경우가 늘어나고 있다. 이를 위해서는 BGP 어나운싱이 필수적이지만, 대형 네트워크 운영자가 아니라면 BGP 어나운싱을 위한 장비 및 고가용성 네트워크를 구성하는 것이 비용적인 측면이나 관리 측면에서 어려운 점이 많은 것이 현실이다. 따라서 본 논문에서는 GRE 터널링 방식을 사용해서 퍼블릭 클라우드에서 BGP 어나운싱을 한 뒤 이를 터널링 된 네트워크로 정적 라우팅 (Static Routing) 하는 방법을 사용해 저비용으로 고가용성 Anycast 네트워크를 구성하는 방법에 대해 서술하고자 한다.

되는 것이 일반적이며, 이를 통해 글로벌 환경에서의 지연시간을 효율적으로 향상할 수 있다. BGP 라우팅을 위한 최소 구성단위를 AS (Autonomous System) 라 하고, 이를 관리하기 위한 번호를 AS Number 라고 하는데 AS는 BGP 라우팅을 위한 라우터 장비가 구성된 네트워크 토폴로지를 의미한다. Anycast 네트워크를 구성하기 위해서는 특정 AS에 해당 아이피에 대한 호스트가 있음을 광고 (Advertise) 해야 하고, 이를 위해서는 해당 AS의 대한 AS Number와 IPv4 기준 최소 /24 Subnet 이상의 아이피 대역이 필요하다.

## II. BGP 라우팅

BGP란 Border Gate Protocol의 약자로 해당 목적지 호스트에게 도달하기 위한 모든 경로를 탐색하고, 그중 최상의 효율을 가지는 경로에게 도달하도록 하는 알고리즘이다. 해당 라우팅 프로토콜을 사용하면 Anycast 형태의 네트워크를 구성할 수 있는데, 이는 들어오는 연결 요청을 여러 데이터센터 (호스트)중 가장 효율적인 위치로 라우팅 할 수 있는 방식의 구성이다. 통상적으로 요청자와 호스트의 물리적인 거리 및 지연시간(Latency)가 가장 낮은 경로로 라우팅

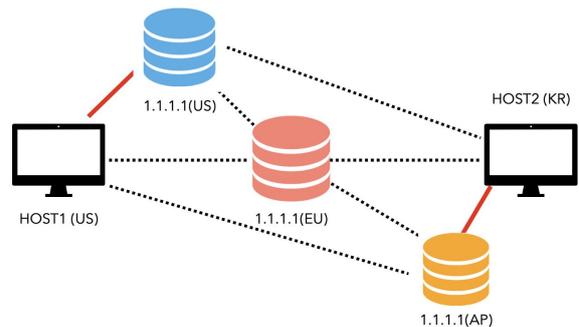


Fig. 1. Anycast 형태의 네트워크 구조 예시

### III. GRE 터널링

GRE는 다른 프로토콜의 패킷 내에서 하나의 라우팅 프로토콜을 사용하는 데이터 패킷(Packet)을 캡슐화 (Capsulation) 하기 위해 사용하는 프로토콜이다. 이는 개별 네트워크 연결을 단순화 하기 위해 네트워크를 통해 지점 간 연결 (End To End Connection)을 하기 위한 방법으로 다양한 네트워크 프로토콜과 결합해 사용할 수 있다.

본 논문에서는 배포 시스템과 내부 시스템의 지점 간 연결을 위해 사용하며 GRE의 특징 중 하나인 터널링 과정에서 패킷이 역캡슐화 (Decapsulation) 되지 않고 헤더만 참조하여 전달된다는 점을 통해 보안성 있는 연결을 구성할 수 있다.

### IV. GRE 터널링을 통한 BGP 어나운스

	OS	NETWORK	CPU RAM	위치
배포 시스템 (Vultr)	Ubuntu 20.04	1Gbps Shared	4 VCore / 8GB	서울
내부 시스템	PFsense 2.5.2	LG 1Gbps Dedicated	E5-2660v2 DDR4 16GB	서울

Fig. 2. 테스트 환경 구성 성능 표

테스트를 위한 시스템 구성은 위와 같이 진행하였으며, 어나운스를 위한 배포시스템은 BGP 라우팅을 지원하는 퍼블릭 클라우드인 Vultr 사의 한국리전에 구성하였으며 실제 해당 아이피에 대한 서비스가 작동될 내부 시스템은 서울시 소재 데이터센터에 구성하였다

#### 1. 배포 시스템 구성

##### 1.1 배포 시스템에서의 GRE 터널 구성

GRE 터널링을 진행하기 위해서는 별다른 외부 소프트웨어 설치 없이 기본 네트워크 관리 패키지인 netplan 구성을 변경하는 것으로 설정이 가능하다.

```
# /etc/netplan/10-enp1s0.yaml
network:
  version: 2
  renderer: networkd
  ethernets:
    enp1s0:
      dhcp4: yes
  tunnels:
    gre1:
      mode: gre
      remote: 106.244.<BLANK>.<BLANK>
      local: 158.247.222.232
      addresses:
        - "10.99.1.1/24"
      routes:
        - to: "103.178.34.0/23"
          via: "10.99.1.2"
```

Fig. 3. 배포 시스템 GRE 터널링 설정파일 (netplan)

#### 1.2 배포 시스템에서의 BGP 구성

BGP 어나운스를 하기 위해서 본 연구에서는 “Bird” 라는 오픈소스 인터넷 라우팅 데몬 패키지를 사용하여 환경을 구성하였다.

```
#!/etc/bird.conf
router id 158.247.222.232; # Vultr 기본 라우터

protocol static ip_ann_v4 {
  import all;
  route <target IP>/23 reject;
}

protocol bgp vultr_v4_transit
{
  local as 139311;
  source address 158.247.222.232;
  import all;
  export limit 10;
  export filter {
    if proto = "ip_ann_v4" then accept;
    reject;
  };

  graceful restart on;
  neighbor 169.254.169.254 as 64515;
  password <BGP PASSWORD>;
  multihop 2;
}
```

Fig. 4. 배포 시스템 BGP 설정파일 (Bird)

위와 같이 설정을 적용한 뒤 Bird 데몬을 리스타트 하면 IP 대역에 대한 어나운스가 진행이 되고, 본 아이피 대역으로 들어오는 모든 요청은 스테틱 라우팅 정책에 따라 GRE 터널 인터페이스를 통해 내부 시스템쪽으로 포워딩 하게 된다.

#### 2. 내부 시스템 구성

##### 2.1 PFSense 오픈소스 라우터 구성

본 연구에서는 저비용으로 BGP 환경을 구성하는 것이 주 목적이기에, FreeBSD를 기반으로 한 오픈소스 라우터 소프트웨어인 PFSense 를 사용해서 내부시스템 라우터를 구성하였다.

일반적인 x86 환경 이외에도 ARM에서도 구성이 가능하고, 라우터로서의 역할을 위해 2개 이상의 랜 포트만 있다면 스위치와 결합하여 다중 포트 라우터처럼 사용할 수 있다. 다만 모든 트래픽이 서버를 거쳐 지나가는 만큼, 최소한의 네트워크 트래픽을 처리할 수 있는 사양으로 구성하여야 라우터 수준에서의 성능 병목이 발생하지 않는다.

##### 2.2 PFSense GRE 인터페이스 구성

구성된 PFSense에서 [Interface -> GREs -> Edit] 메뉴로 들어가면 아래 이미지와 같은 형태로 구성이 가능하다.

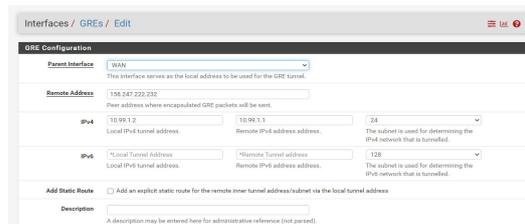


Fig. 5. PFSense GRE 인터페이스 설정

위와 같이 Interface는 WAN으로 하고, Remote Address는 퍼블릭 클라우드의 우분투 인스턴스 아이피로 설정해주고, 이후 IPv4 주소는 우분투 인스턴스에서는 10.99.1.1/24 로, 라우터(pfense)에서는 10.99.1.2로 설정하여주면 GRE 인터페이스 구성이 가능하다.

### 2.3 Pfense 가상 아이피 구성

내부 시스템의 pfense에서 [Firewall ->Virtual IPs] 로 접근하면 Virtual IP를 추가할 수 있다. 기존에 배포 시스템에서 아나운스한 아이피는 103.178.34.0/23이며, 게이트웨이는 103.178.34.1로 구성하기 위해서 아래 사진처럼 구성을 하였다.

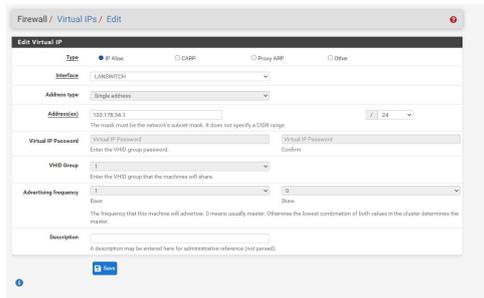


Fig. 6. Pfense 가상 아이피 구성

## V. 결론

본 논문에서는 GRE 터널링을 이용한 BGP 아나운싱을 진행 해보았다.

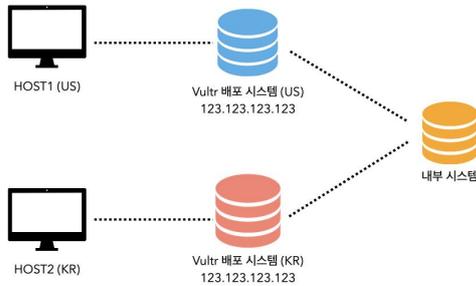


Fig. 7. 본 논문에서 구성한 네트워크 다이어그램

```

Ping: 103.178.34.1 - AS - South Korea BGP
Traceroute to 103.178.34.1 (AS - South Korea BGP)
0h0m0s.000

  0  103.178.34.1 - AS - South Korea BGP
  1  155.04 156.7 155.06 157.64 1.13
  2  143.73 144.48 143.34 144.2 1.22
  3  147.06 146.28 145.04 147.13 0.25
  4  142.25 141.90 141.55 142.25 0.29
  5  151.41 154.12 150.83 140.12 4.25
  6  140.28 140.2 139.97 140.39 0.17
  7  136.65 136.13 135.8 136.65 0.36
  8  218 217.93 217.82 218 0.08
  9  179.04 179.66 179.04 180.66 0.71
 10  205.64 205.27 204.81 205.64 0.3
 11  206.53 206.7 206.53 206.85 0.13
 12  190.37 191.18 190.37 192.67 1.05
 13  204.02 204.02 207.98 208.04 0.02
 14  269.79 269.34 268.84 269.79 0.39
 15  282.16 281.62 281.13 282.16 0.42
 16  255.70 255.34 255.00 255.70 0.3
 17  305.98 304.03 303.46 304.66 0.49
 18  252.33 252.69 252.33 253.24 0.4
 19  303.13 302.58 301.4 303.13 0.49
 20  139.65 139.56 139.16 139.74 0.21
 21  38.43 39.2 38.43 39.5 0.4
 22  152.06 151.69 151.36 152.06 0.29
 23  46.31 45.43 46.29 46.29 0.43
 24  231.9 230.89 229.84 231.9 0.8
 25  241.69 241.6 241.51 241.69 0.09
 26  221.82 221.46 221.85 221.47 0.81
    
```

Fig. 8. ping.pe 서비스를 사용한 테스트 결과

ping.pe 라는 전세계 노드에서 통신 상태를 테스트 할 수 있는 툴을 사용하여 아나운스된 아이피로 통신을 시도하였을 때 실제로 구성된 배포 시스템(Vultr)를 통해서 통신하는 것을 확인할 수 있었다.

위 시스템과 같이 퍼블릭 클라우드와 GRE 터널링 하여 BGP 시스템을 구성할 경우 실제로 타 지역에 온프레미스 환경의 서버가 존재하지 않더라도 저비용으로 원격지의 BGP 아나운스가 가능하고 응용할 경우 리전별 캐싱 등을 활성화하여 저비용으로 고성능의 글로벌 네트워크 가속 성능 또한 기대할 수 있을 것으로 보인다.

## REFERENCES

- [1] Farinacci, D., Li, T., Hanks, S., Meyer, D., and P. Traina, "Generic Routing Encapsulation (GRE)", RFC 2784, DOI 10.17487/RFC2784, March 2000, <https://www.rfc-editor.org/info/rfc2784>
- [2] CHAITANYA, K. Krishna, KISHORE, Ch Ravi. An approach to shortest path technique for BGP using OSPF. Int J Comput Sci Inform Technol. 389-391, January 2010
- [3] What is BGP? | How BGP Protocol works, Cloudflare, <https://www.cloudflare.com/ko-kr/learning/network-layer/what-is-gre-tunneling/>
- [4] McPherson, D., Gill, V., Walton, D., and A. Retana, "Border Gateway Protocol (BGP) Persistent Route Oscillation Condition", RFC 3345, August 2002, <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc3345>>.
- [5] What is GRE tunneling? | How GRE protocol works, Cloudflare, <https://www.cloudflare.com/ko-kr/learning/security/glossary/what-is-bgp/>
- [6] Abley, J. and K. Lindqvist, "Operation of Anycast Services", BCP 126, RFC 4786, December 2006, <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc4786>>.
- [7] What is Anycast? | How does Anycast work? Cloudflare, <https://www.cloudflare.com/ko-kr/learning/cdn/glossary/anycast-network>