

Virtual LAN 에서 DHCP NAK Loop 방지를 위한 유효 주소 인지 알고리즘

이중훈⁰ 김세한 이현우 김정환 류원
한국전자통신연구원 네트워크서비스연구부
(mine⁰, shkim72, hwlee, ditto, wlyu)@etri.re.kr

The Address Detection Algorithm to Avoid DHCP NAK Loop Problem in Virtual LAN

Jong-Hoon Lee⁰, Se Han Kim, Hyun Woo Lee, Jeong Hwan Kim, Won Ryu
Network Service Technology Department, ETRI

요 약

Virtual LAN 은 기존의 LAN에 비해 물리적인 네트워크에 대해 브로드캐스트 도메인을 위한 사용자 그룹을 독립적으로 가진다. 그러나 Virtual LAN에서 DHCP를 통한 자동 주소 할당을 하는 경우 브로드캐스트 도메인으로 인한 DHCP 의 오동작을 일으켜 주소 할당을 할 수 없게 된다. 본 논문에서는 이와 같은 DHCP 의 오동작인 NAK Loop 문제를 알아보고 이를 보완하기 위한 유효 주소 인지 알고리즘을 제시한다. 그리고 그 결과는 실제 실험실 환경에서의 프로토콜 분석기를 이용한 패킷 캡처를 통해 보여준다.

1. 서론

고전적 LAN은 물리적으로 같은 지역에 붙어 있는 노드들의 집합으로써 이들간에는 CSMA/CD 메커니즘에 의해 충돌을 인지하고 재전송됨으로써 망 전체의 트래픽과 재전송으로 인한 많은 오버헤드를 가진다. 그러나 이러한 단점은 스위치나 브리지를 사용함으로써 줄일 수 있고 망 전체에 브로드캐스트 되는 메시지로 인한 트래픽은 라우터에 의해 제거된다[2].

VLAN(Virtual LAN)은 이러한 물리적으로 같은 지역에서 허브나 리피터에 붙어야 하는 고전적 개념의 LAN과는 달리 논리적인 네트워크를 구축하기 위한 것으로 많은 LAN 장비 제조 업체들에 의해 발전되어 왔다. 현재는 이동성 지원을 위해 Mobile IP를 이용한 MVLAN(Mobile VLAN) 구축을 위해 많은 연구가 되어지고 있다[1,2].

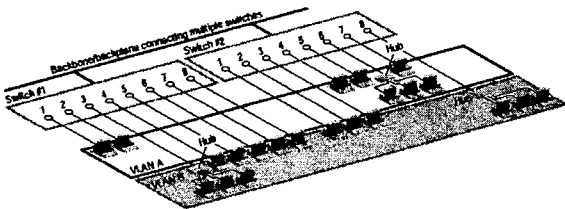


그림 1. 포트 그룹에 의해 정의된 VLAN[2]

VLAN은 Layer 3 에서 패킷을 처리함으로써 시간이

많이 걸리는 라우터보다는 브릿지나 스위치에 의해 LAN 을 분리 하기 위해 현재 많이 이용되고 발전되어지고 있다.

VLAN을 구성하는 방법으로는 Layer 1 에 의한 포트단위의 VLAN 과 Layer 2를 이용한 MAC 주소기반 VLAN, Layer 3에 의한 프로토콜 기반 VLAN, 네트워크 주소기반 VLAN, 서브넷 마스크를 이용한 VLAN, Multiple VLAN 이 있다[2,4]. 그림 1 은 포트단위에 의한 VLAN 의 예이다. 특히 가장 많이 사용하는 IP 서브넷에 의한 VLAN의 경우 서로 다른 IP 주소들의 차이들로 인해 DHCP 동작의 오류를 범하게 된다.

VLAN의 가장 큰 장점중에 하나는 물리적 네트워크에 대해 독립적으로 브로드캐스트 도메인에 의한 사용자 그룹을 가진다는 것이다[1]. 이와 함께 VLAN은 기존의 LAN 과 대비하여 여러 가지 장점으로는 향상된 네트워크 대역폭, 물리적인 제약 해소, 브로드캐스트 제한, 편리한 관리, 보안의 강화 등이 있다. VLAN을 구성하는 가장 간단한 방법인 IP 서브넷을 이용하는 방법은 LAN에서 효과적으로 운용된다.

본 논문은 이러한 VLAN에서 브로드캐스트 도메인으로 인해 발생되어지는 DHCP NAK Loop 문제를 정의하고 이를 해결하기 위한 유효 주소 인지 알고리즘을 제안한다.

2. NAK Loop 문제

LAN 에서 자동 주소 할당 과정은 DHCP 클라이언트와 서버간의 그림2 와 같은 과정을 통해 클라이언트에 주소를 할당하게 된다.

DHCP의 주요 동작은 DHCP 클라이언트가 DHCP_DISCOVER 메시지를 브로드캐스트하고 메시지를 수신한 서버는 DHCP_OFFER 메시지의 제공여부를 결정하며 응답자 yaddr 필드에 가용한 IP 주소를 담아서 브로드캐스트한다.

DHCP 클라이언트가 다수의 DHCP_OFFER 메시지를 수신하면 하나의 서버만 선택하고 선택된 서버가 제공한 IP 주소를 DHCP_REQUEST 메시지의 Server identifier Option 필드에 담아서 서버에게 브로드캐스트한다. 서버가 Server identifier 옵션 필드를 검사하여 자신의 주소와 일치하면 DHCP_ACK 메시지를 전송한다. DHCP_ACK 메시지를 수신한 클라이언트는 IP 주소를 할당하게 된다[3].

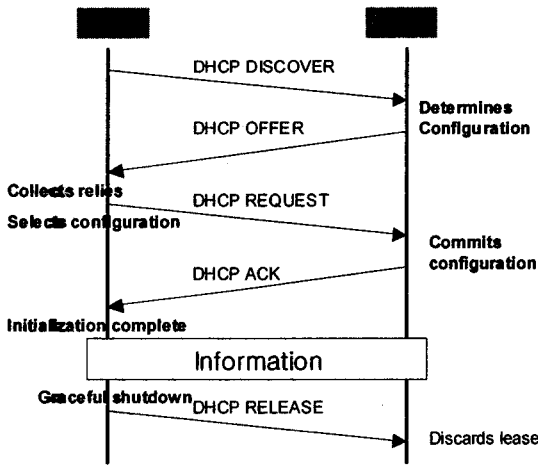


그림 2. DHCP FLOW

Time	Source	Destination	Protocol	Operation	Comment
2	17-254.254.194.217	00:04:47:00:11:30	FF:FF:FF:FF:FF:FF	DHCP	R OFFER 129.254.194.214
7	17-254.0.0	00:04:47:00:14:7E	FF:FF:FF:FF:FF:FF	DHCP	C REQUEST 129.254.194.21
4	17-254.254.195.218	00:04:47:00:14:7E	FF:FF:FF:FF:FF:FF	DHCP	R NACK
5	17-254.254.197.91	00:04:47:00:19:45	FF:FF:FF:FF:FF:FF	DHCP	R NACK
6	17-254.254.194.217	00:04:47:00:11:30	FF:FF:FF:FF:FF:FF	DHCP	R ACK
7	17-254.0.0	00:04:47:00:14:7E	FF:FF:FF:FF:FF:FF	DHCP	C DISCOVER 계란케이크
8	17-254.254.194.217	00:04:47:00:11:30	FF:FF:FF:FF:FF:FF	DHCP	R OFFER 129.254.194.214
9	17-254.0.0	00:04:47:00:14:7E	FF:FF:FF:FF:FF:FF	DHCP	C REQUEST 129.254.194.21
10	17-254.254.195.218	00:04:47:00:14:7E	FF:FF:FF:FF:FF:FF	DHCP	R NACK
11	17-254.254.194.217	00:04:47:00:11:30	FF:FF:FF:FF:FF:FF	DHCP	R ACK
12	17-254.254.197.91	00:04:47:00:19:45	FF:FF:FF:FF:FF:FF	DHCP	R NACK
13	17-254.0.0	00:04:47:00:14:7E	FF:FF:FF:FF:FF:FF	DHCP	C DISCOVER 계란케이크
14	17-254.254.194.217	00:04:47:00:11:30	FF:FF:FF:FF:FF:FF	DHCP	R OFFER 129.254.194.214
15	17-254.0.0	00:04:47:00:14:7E	FF:FF:FF:FF:FF:FF	DHCP	C REQUEST 129.254.194.21
16	17-254.254.195.218	00:04:47:00:14:7E	FF:FF:FF:FF:FF:FF	DHCP	R NACK
17	17-254.254.194.217	00:04:47:00:11:30	FF:FF:FF:FF:FF:FF	DHCP	R ACK
18	17-254.254.197.91	00:04:47:00:19:45	FF:FF:FF:FF:FF:FF	DHCP	R NACK

그림 3. 프로토콜 분석기를 이용해 캡처한 NAK Loop 현상

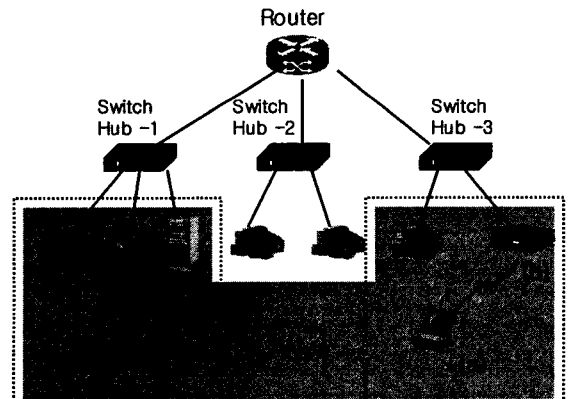
그러나 그림4와 같은 VLAN 환경에서 각 물리적인 서브넷마다 DHCP서버를 두는 경우 일반적인 LAN 환경에서와는 달리 NAK Loop 문제가 발생한다. 본 논문에서는 NAK loop 문제를 가상 LAN에서는 DHCP 클라이언트 호스트가 보내는 Request 메시지에 대해 서로 물리적으로

떨어져 있는 환경에서 서브넷내의 유효하지 않은 DHCP 서버로부터 DHCP_NAK 메시지가 유효한 DHCP 서버로부터의 DHCP_ACK 메시지보다 먼저 받음으로써 자신의 IP 주소를 할당할 수 없는 경우로 정의한다. NAK Loop 문제는 실제 망환경에서 실험을 통해 발견되었고 메시지 분석은 프로토콜 분석기를 이용하였다. 그림3은 이와 같은 NAK Loop 문제를 프로토콜 분석기를 이용해 캡처한 결과이다.

이 경우 주소를 DHCP 클라이언트는 자신의 IP 주소를 할당 할 수 있음에도 불구하고 다른 서브넷의 NAK 메시지로 인해 주소를 할당하지 못함으로써 전체망의 성능을 저하시키고 DHCP 동작의 오류를 일으키게 된다.

3. 유효 주소 인지 알고리즘

VLAN 에서 DHCP 동작에서 DHCP_NAK 메시지를 다른 서브넷에 있는 DHCP 서버로부터 먼저 받게 된다면 클라이언트는 이를 유효한 서버로부터의 NACK 메시지로 인지하여 IP 를 할당하지 않고 다시 위와 같은 과정을 반복하는 NAK Loop 에 빠지게 된다.



129.254.195.xxx network scope 129.254.194.xxx network scope

- (a) DHCP Client
- (b) DHCP Server 3 in Access Pointer
 - IP Address range : 129.254.194.2XX
- (c) DHCP Server in Linux Server
 - IP Address range : 129.254.195.1XX
- (d) DHCP Server 1 in Access Pointer
 - IP Address range : 129.254.195.2XX

그림 4. DHCP 가 설치된 VLAN 환경

유효 주소 인지 알고리즘은 DHCP 클라이언트가 NAK 를 받는 경우 송신자의 IP 어드레스를 체크하여 다른 서브넷의 DHCP 서버로부터의 메시지만큼 서브넷 마스크를 통해 구별하는 것이다. 이때 그림4와 같은 네트워크 환경에 과 같이 유효하지 않은 서버로부터의 DHCP_NAK 메시지를 수신하는 경우 송신자 네트워크 서브넷 체크루틴을

통해 INIT state 로 전환하지 않고 유효 시간동안 DHCP_ACK 메시지를 기다린다. 이를 위한 DHCP 클라이언트의 상태 천이도는 그림5와 같다.

특히 그림 4와 같은 환경에서 DHCP 클라이언트는 DHCP 가 구동하는 무선LAN AP(Access Point)로부터 DHCP OFFER 를 받게된다. 그리고 DHCP REQUEST 메시지는 VLAN-a 에 있는 다른 DHCP 서버 (c), (d) 로부터 NAK 메시지를 먼저 수신하게 되는 경우 유효하지 않은 서버로부터 받은 NAK 메시지는 버리고 유효한 서버로부터 ACK 메시지를 기다린다. 유효하지 않은 서버에 대한 주소 인지는 서브넷 마스킹을 통해 자신의 서브넷과 다른 서버로부터의 주소는 비유효한 주소로 판단한다.

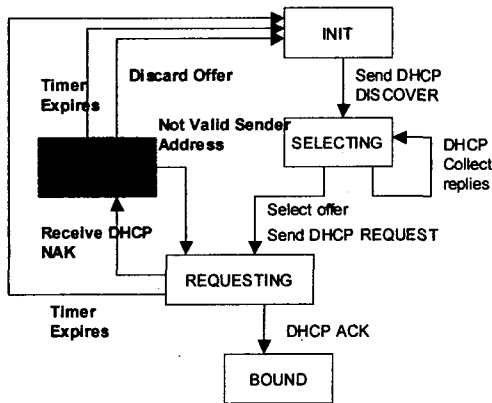


그림 5. 유효 주소 인지 알고리즘을 적용한 DHCP 클라이언트 상태천이도

이와 같이 유효 주소 인지를 적용한 DHCP 클라이언트의 예상 결과는 그림 6과 같다. 이 실험은 그림4의 환경에서 유효하지 않은 다른 DHCP 서버 동작을 정지시켰을 때의 결과이고 이 경우 DHCP 클라이언트는 NAK Loop 에 빠지지 않고 정상적으로 IP 주소를 바인딩하게 된다.

No.	Source	Source Physical	Dest Physical	Protocol	Summary
1	19-0.0.0.0	00:04:47:00:14:7E	FF:FF:FF:FF:FF:FF	DHCP	C DISCOVER
2	19-129.254.194.217	00:04:47:00:11:90	FF:FF:FF:FF:FF:FF	DHCP	R OFFER 129
3	19-0.0.0.0	00:04:47:00:14:7E	FF:FF:FF:FF:FF:FF	DHCP	C REQUEST 1
4	19-129.254.194.217	00:04:47:00:11:90	FF:FF:FF:FF:FF:FF	DHCP	R ACK

그림 6. VLAN 에서 NAK Loop 가 발생하지 않는 정상 경우

5. 결론 및 향후과제

고전적 LAN 에 비해 VLAN 은 현재 논리적 네트워크와 브로드캐스트 도메인을 위해 많이 연구되어 지고 있다.

그러나 VLAN 이 일반화 되었을 때 기존의 DHCP를 통한 자동 IP주소 동작에 대해 DHCP NAK 메시지 수신 타이밍으로 인해 오동작을 일으킨다.

본 논문은 이러한 문제를 실험실 환경에서 프로토콜 분석기를 통해 발견하고 정의하였다. 또 이에 대한 해결방안으로 유효 주소 인지 알고리즘을 제시하였다. 향후 이에 대한 실제 클라이언트에서의 결과는 Linux 용 DHCP 클라이언트를 이용해서 진행될 것이다. 그리고 IP 서브넷을 이용한 VLAN 뿐만 아니라 다른 방법에 의해 구성된 VLAN 에서도 충분한 검증을 거쳐야 할 것이다.

References

- [1] Nen-Fu Huang, Yao-Tzung Wang, Bo Li, Te-Lung Liu, "Virtual LAN Internetworking over ATM Networks for Mobile Stations", INFOCOM '97. Sixteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Driving the Information Revolution, Proceedings IEEE, Volume: 3, 1997
- [2] David Passmore, John Freeman, "The Virtual LAN Technology Report," March 7, 1997, <http://www.3com.com/nsc/200374.html>
- [3] RFC2131, Dynamic Host Configuration Protocol, March 1997.
- [4] B.Li and P. Vankwikelberge, "Virtual LAN(VLAN) Configuration and Address Resolution in an ATM Network," 2nd Int'l Symp. on Interworking (INTERWORKING' 94), pp. 179-190, Sophia Antipolis, May 1994.