

# IBM NP4GS3 기반 패킷 포워딩 엔진에서의 VLAN 구현 방안

최창식\* 꺽동용\*  
한국전자통신연구원 네트워크 연구소\*  
cschoi@etri.re.kr

## The VLAN implementation scheme on IBM-NP4GS3 based Packet Forwarding Engine

Chang-sik Choi\* Dong-yong Kwak\*  
Network Labs. Electronics and Telecommunications Research Institute

### 요 약

기존 라우터시스템에서의 패킷 포워딩 엔진은 최적화된 룩업 알고리즘을 통한 소프트웨어 방식으로 구현되었으나, 처리해야 할 데이터가 폭주하면서 전용화된 룩업칩을 이용한 포워딩 엔진으로 대체되어 가고 있다. 그러나, 이러한 룩업칩 기반 패킷 포워딩 엔진은 가격이 비싼 것은 물론, 급변하는 통신 프로토콜에 적응하기 힘든 단점을 가지게 되었으며, 이로 인해서 최근에는 Network Processor 기반의 패킷 포워딩 엔진에 대한 개발이 활발해지고 있다. 본 연구소에서도 초고속광가입자망 사업에 적용되는 포워딩 엔진을 IBM의 2.5G Network Processor 인 NP4GS3 칩을 이용하고 있으며, GbE/POS/E-PON 등의 인터페이스를 지원하고 있다. 또한 본사업에서는 가입자망에서의 Layer2 broadcasting 시의 트래픽 폭주와 가입자간의 보안 기능 등을 지원하기 위해 VLAN 서비스를 적용할 예정이다. 본 논문에서는 일반적인 VLAN 기능에 대해서 알아보고, IBM NP4GS3에서 지원되는 VLAN 기능을 분석하였으며, 이를 토대로 NP4GS3 기반 패킷 포워딩 엔진에서의 VLAN 구현 방안에 대하여 기술하였다.

### 1. 서 론

기존의 인터넷망에서의 라우터 시스템은 패킷의 라우팅 경로를 찾기 위하여 최적화된 IP 룩업 알고리즘을 소프트웨어적으로 운영하였으나, 처리해야 할 트래픽의 급속한 증가와 인터넷망이 복잡해지면서 관리해야 할 라우팅 테이블도 함께 증가하게 되었으며, 이로 인하여 패킷 라우팅이 네트워크상의 주요 지연 요소로 대두되었다. 이를 해결하기 위하여 CAM(Content Address Memory) 방식을 이용한 하드웨어 룩업 칩에 대한 기술 발전이 이루어졌으며, 이를 이용하여 하드웨어 포워딩 엔진에 대한 많은 연구 개발이 이루어져 왔고, 대용량 라우터 시스템에서는 대부분 이를 채택하고 있다.

그러나, 인터넷망에서의 서비스가 발전하게 되면서, 라우터에서 처리해야 할 프로토콜 및 부가 기능들이 추가되거나 변경되어야 하는 경우가 빈번하게 이루어지게 되며, 하드웨어 방식의 포워딩 엔진들이 이를 제때 반영하기 힘들거나 또는 반영하는데 많은 시간들이 소모되는 단점이 발견되었다. 이러한 문제점을 해결하

기 위해서 최근에는 하드웨어적인 성능을 가지면서도 기능 변경 및 추가가 용이한 NP (Network Processor)를 이용한 패킷 포워딩 엔진에 대한 연구가 활발해지고 있으며, 이를 채택한 라우터 시스템들이 속속 개발되고 있다. 본 연구소에서도 초고속광가입자망 사업에 활용되는 라우터 시스템에서 IBM 2.5G NP 칩인 NP4GS3를 이용한 패킷 포워딩 엔진을 개발하고 있으며, 이 시스템에서 지원되는 여러가지 기능 중에는 가입자망에서의 VLAN(Virtual LAN) 기능도 포함될 예정이다.

VLAN 기능은 물리적인 토폴리지에 상관없이 논리적인 Broadcast 도메인을 구성할 수 있도록 함으로써 효율적인 대역폭 관리와 물리적인 LAN 구성 제약 해소, 보안 강화 및 효율적인 리소스 공유 등의 많은 잇점을 제공할 수 있다. 본 논문에서는 일반적인 VLAN 기능에 대해서 알아보고, IBM NP4GS3에서 기본적으로 지원하는 VLAN 기능과 구현 방식을 분석하였으며, 초고속광가입망 사업에서 추가로 요구되는 VLAN 기능의 구현 방안에 대하여 제안하고 있다.

## 2. VLAN(Virtual LAN)의 일반적인 구성

이전의 LAN의 개념은 물리적으로 같은 지역에 속한 노드들의 집합이었으나, 지금은 동일한 Broadcast 도메인에 속한 노드들의 집합을 얘기하고 있다. 그러나 Broadcast 트래픽으로 인한 네트워크 체증이 발생할 수 있으므로 라우터를 이용하여 워크그룹간의 LAN Segment를 분리하여 망을 구성하는 것이 일반적이다.

이러한 라우터 기반의 LAN 관리방식은 기존의 Bridge나 L2 스위칭에 비해서 라우팅에 대한 오버헤드가 발생하는 등의 단점이 생기게 된다. 반면에 VLAN에서는 그림 1에서와 같이 물리적인 토폴로지에 상관없이 여러 개의 노드들을 논리적인 LAN Segment로 분리할 수 있도록 지원함으로써 기존의 문제점을 해결하고 있다.

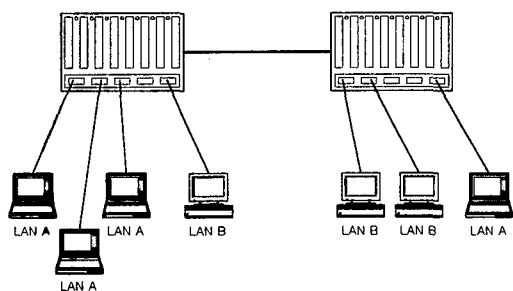


그림 1. VLAN 시스템의 구성

VLAN으로 구성된 망에서는 워크그룹간에 네트워크 자원의 공유를 제한함으로써 보안기능을 향상시킬 수 있으며, Broadcast 망의 크기를 줄여서 트래픽을 효율적으로 관리할 수 있는 장점을 가지게 된다. 또한 물리적인 토폴로지에 무관하게 LAN Segment를 구성할 수 있으므로 디바이스의 이동시에도 망구성이 용이함을 알 수 있다. 이러한 VLAN은 여러가지 방법으로 구성될 수 있으며 대표적인 방법은 Port 별로 VLAN을 구성하는 방안이며, 그 외에도 L2 MAC 주소, L2 protocol type, L3 IP subnet 등을 기준으로 구성할 수 있다[1].

먼저 Port-Based VLAN에서는 스위치 각 포트별로 VLAN ID를 할당하게 되며, 이 경우 같은 포트에 연결된 노드들은 모두 동일한 VLAN에 속하게 된다. 이 방식은 구현과 관리가 용이하나, 가입자가 이동시에 포트 구성 정보를 추적 및 변경해야 하는 단점이 있으며, 또한 하나의 포트에 연결된 가입자내에서 독립적인

VLAN을 구성할 수 없는 단점이 있다. 이러한 단점을 해결하기 위해서는 L2 MAC 주소별로 VLAN을 구성하는 방식이 있으며, 여기서는 MAC 주소별로 관리하므로 가입자들이 자유롭게 이동하거나 포트와 같은 물리적인 제한에 상관없이 독립적인 VLAN을 구성할 수 있게 된다.

그외에도 L2 Protocol 별로 VLAN을 구성할 경우에는 IP나 IPX, NetBios 등의 프로토콜별로 VLAN을 지정하며, 이 경우에는 응용프로그램별로 구성할 수 있는 장점이 있다. 또한 IP Subnet 별로 VLAN을 구성할 수도 있으며, 이 방식을 통해서 기존의 IP 노드에서 구성된 망방식과 유사하게 VLAN을 구성할 수 있으며, 앞서 언급한 여러가지 방식을 혼합하여 VLAN을 구성할 수도 있다.

## 3. IBM NP4GS3에서의 VLAN 기능

고속의 패킷 라우팅 및 포워딩 기능을 구현하면서도 서비스별로 새로이 요구되는 기능과 다양한 기능을 용이하게 지원하기 위해서 최근의 라우터시스템에서는 Network Processor 기반의 패킷 포워딩 엔진을 채용하고 있다. 이러한 Network Processor도 구조적인 관점에서 프로그래머블에 중점을 주거나 또는 성능에 중점을 두는 방식으로 각각 개발되고 있으며, IBM NP4GS3는 하드웨어적인 성능에 초점을 두어서 개발되었고, 2.5G급 NP에서는 최고의 성능을 보여주고 있다.

NP4GS3는 2.5Gbps의 POS 인터페이스와 Gigabit Ethernet 인터페이스를 지원하고 있으며, PowerPC 코어와 패킷 처리 성능 향상을 위한 룩업 및 Classification 등을 담당하는 전용 Co-Processor들을 내장하고 있다. 또한 L2에서 L4+까지 여러가지 룩업 기능이 가능하며, VLAN, VPN, MPLS 등의 다양한 응용에 활용이 가능한 장점을 지닌다.

특히, IEEE 802.1D Bridge 기능과 802.1Q VLAN 기능을 지원하며, MAC SA Learning / Aging 기능을 통해서 Spanning Tree Algorithm을 구현하고 있다. 기본적으로 지원되는 VLAN기능은 Port-Based로 구성되어 있으며, Tagged-frame/Untagged-frame/Priority-tagged frame을 각각 포트별로 지원하고 있다. 또한 라우터 레벨에서 VLAN 확장 기능을 지원하기 위해서 VLAN Routing 기능도 제공하고 있으며, 802.1p priority-VLAN을 구현하기 위해서

8 개의 BA(Behavior Aggregation) 테이블을 통해서 VLAN 에서의 QoS 기능을 제공하고 있다[2].

그림 2는 NP4GS3 에서 지원되는 Port-Based VLAN 의 구성을 보여주고 있다.

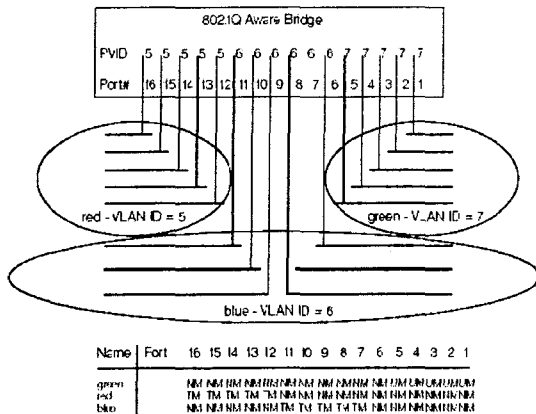


그림 2. 802.1Q Port-based VLAN 구성

그림 2에서 알 수 있는 것처럼 스위치 포트마다 해당되는 VLAN ID 값을 설정하게 되며, 또한 Tagged/Untagged 등의 VLAN Frame 특성을 지정할 수 있다. 이러한 정보는 NP4GS3의 포트별 특성 정보를 가진 PCT(Port Configuration Table)에 저장되며, 패킷이 입력된 경우 VLAN-ID 를 포함하고 있는지를 검사하여 VLAN-ID 가 없는 경우 Ingress PCT로부터 해당 VLAN ID 를 가져오게 된다. 또한 패킷을 해당 포트에 전달할 경우에는 Egress PCT로부터 tagged/untagged 정보를 읽어서 적절한 VLAN frame header 를 만들어서 전송하게 된다[3].

그림 3은 초고속광가입망에서의 일반적인 망 구성을 보여주고 있다.

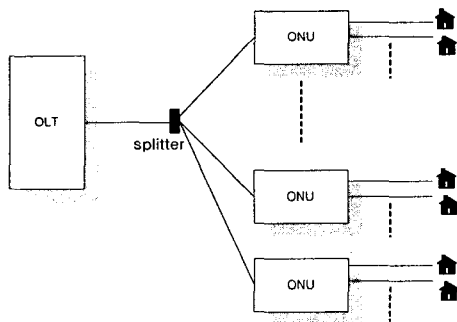


그림 3. 일반적인 광가입자망 구성도

그림 3에서 NP4GS3를 이용한 패킷 포워딩 엔진은

OLT 시스템에 장착이 되며, 그림에서 알 수 있는 것처럼 하나의 OLT 포트 아래에는 다수의 ONU 및 다수의 가입자가 접속되는데, NP4GS3의 포트별 VLAN 기능만을 사용할 경우에 ONU 또는 가입자내에서 동일한 VLAN ID 를 가지게 되므로 망 구성시 많은 제약이 발생하게 된다. 이 경우 특정 사용자가 차별화된 VLAN 서비스를 받고자 할 경우에는 OLT의 다른 포트를 이용하여 망을 구성해야 하므로 망구성시 복잡도와 비용이 증가하는 단점이 생기게 된다. 이를 해결하기 위해서는 앞서 살펴본 바와 같이 L2 MAC 주소, L2 Protocol 타입, IP Subnet 타입별 VLAN 서비스와 같은 기능들이 제공되어야 하는데, MAC 주소기반은 수많은 가입자의 NIC 카드에 대한 관리 및 변경등에 어려움이 많으며, IPX, Netbios 등과 같은 L2 프로토콜 기반 VLAN 또한 오늘날의 대부분 망이 IP 기반으로 구성되어가므로 필수적인 기능으로서 는 타당성을 잃어가고 있다. 그러므로 IP Subnet 기반의 VLAN 기능이 광가입자망에서는 보다 바람직한 대안이 될 수 있을 것이며, 특히, DHCP와 같은 동적 IP 주소 할당을 통한 가입자 관리가 가능하므로 보다 효율적인 망 관리 기능을 수행할 수 있을 것이다.

#### 4. 결론 및 추후 개발 계획

본 논문에서는 VLAN의 일반적인 기능들에 대해서 살펴보았으며, 초고속광가입자망에서 사용되어질 NP4GS3 Network Processor에 대해서 간단히 기술하였다. 또한 현재 NP4GS3에서 구현되어진 VLAN 기능에 대해서 분석하였으며, 광가입자망에서 추후 지원되어야 할 VLAN 기능에 대해서 살펴보았다.

앞으로는 IP Subnet 기반의 VLAN 기능을 NP4GS3에서 구현할 경우 발생하는 문제점에 대해서 분석하고, 효율적인 알고리즘을 설계 및 구현할 예정이며, 또한 기존 포트 기반의 VLAN 기능과 추가된 IP Subnet 기반 VLAN 기능의 성능을 비교 검토할 예정이다.

#### 참고문헌

- [1] Daniel Minoli et al., "Ethernet-based Metro Area Networks : Planning and Designing the provider network", 2002.
- [2] IBM, "IBM PowerNP NP4GS3 : Advanced Software Offering User's Guide", Nov, 2001.
- [3] IBM, "IBM PowerNP NP4GS3 : Advanced Software Offering Forwarding Picocode Design Reference", Nov, 2001.