

표준 API에 의한 IP 라우터 설계

주성순, 정영식

한국전자통신연구원 교환.전송기술연구소

전화 : 042) 860-6333, 팩스 : 042) 860-5213

Design of an IP Router with Application Programming Interfaces

Seong-Soon Joo and Young-Sik Chung

Switching and Transmission Lab., ETRI

TEL: 042-860-6333, FAX: 042-860-5213

Abstract

In this paper, programmable abstractions of the underlying resources of the IP router are proposed for designing a software architecture of the next generation router, which can provide the variety of QoS services and reliable and complicate network services.

I. 차세대 IP 라우터 요구사항

인터넷 프로토콜을 기본으로 채용한 컴퓨터의 급속한 증가와 네트워킹 요구로 사용자가 급격히 늘어남에 따라 인터넷은 새로운 응용 서비스가 가장 많이 적용되는 망으로 발전되었으며, 이제는 mission-critical traffic 까지도 수용하는 공중 데이터망의 역할을 하게 되었고, 또한 모든 산업기기 및 가전기기의 네트워킹을 통한 정보기기화 추세에 따라 망의 확장 속도와 복잡도가 더욱 커지고 있다.

따라서, 공중망으로서의 인터넷은 종래의 PSTN 과 같은 정도의 서비스 신뢰성과 가용성을 만족시켜야 하게 되었으며, 기존 라우터 구조로는 망 신뢰성 목표와 현재와 같은 망의 확장을 지원하는 것이 불가능하다. 인터넷의 대중화에 따른 망 요구사항 변화를 수용하기 위하여 새로운 개념의 라우터를 연구개발중 대표적인 차세대 IP 라우터의 요구사항은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 전송기술의 발전 속도에 적합한 라우터 기술 : OC-48, OC-192 인터페이스 제공

- 다양한 QoS 제공 : 회선교환급 QoS 제공 기술, VPN
- 다양한 응용 서비스 지원 : 멀티캐스팅 기술, mobilc IP
- 네트워크 안정성, 보안성 고도화 : 라우팅 stability 보장, 인터넷 보안기술

라우터의 고속화 기술은 IP forwarding engine 의 ASIC 화, optical back plane 과 같은 스위칭 모듈의 대용량화 등으로 발전되고 있다. 그러나, 고속화 이외 다양한 QoS 제공, 다양한 응용 서비스 지원, 네트워크 안정성 및 보안성 고도화는 기존 라우터 구조의 변화를 요구하고 있다. 이의 해결 방법으로 보다 유연하고, 재구성이 가능하며, programmability 와 portability 를 제공하는 서비스 모델을 지원하는 통신망 구조로 기능적 응용 프로그래밍 인터페이스 (Application Programming Interfaces : API) 를 지원하는 개방형 프로그래머블 네트워크 구조 (Open Programmable Network Architecture) 에 대한 연구가 활발하다. 이 논문에서는 IP 라우터의 개념모델을 정의하고, 개방형 프로그래머블 네트워크 구조중 하나인 IEEE P1520 의 Network API 표준 모델을 IP 라우터에 적용하는 방법에 대하여 제시하였다.

II. IP 라우터 개념모델

라우터는 입력측 링크로부터 출력측 링크로 IP (Internet Protocol) 패킷을 전달하는 기본 기능에 의하여 인터넷 네트워크 요소들을 연결시키는 장치이다. 라우터는 네트워크를 연결시키기 위하여 물리적으로 입력 포트, 출력 포트, 스위칭 패브릭, 라우팅 프로세서로

구성된다. 입력 포트는 여러 종류의 링크를 수용하며 데이터링크 계층의 프로토콜을 수행한 후, 프레임으로부터 IP 패킷을 추출하여 목적지 주소에 따라 forwarding table 을 검색한 후 출력 포트를 결정한다. 스위칭 패브릭은 입력 포트와 출력 포트간 패킷을 교환한다. 출력 포트는 패킷을 전송하기 전에 저장하는 기능으로 패킷의 우선 순위에 따라 전송 순서를 결정하는 스케줄링 알고리즘이 필요하다. 라우팅 프로세서는 인접 라우터 또는 전체 네트워크의 라우터들과 라우팅 프로토콜에 의해 수집된 경로 정보를 토대로 패킷 포워딩 테이블을 구성하고, 라우터의 운용관리 기능을 수행한다.

라우터의 기능적 개념모델은 물리적 개념모델과 달리 기능 블록으로 구분하면 그림 1과 같다. 기능 블록은 외부망 링크의 입출력 기능, 내부망 링크의 입출력 기능, IP 내부망 라우팅 기능, IP 연동망 라우팅 기능, IP flow 분리 및 설정 기능, IP 포워딩 기능, 라우터 내부 스위칭 기능, 라우터 운용기능, 라우터 보전기능, 네트워크 서비스 기능, 네트워크 서비스 정합 기능 등으로 구분된다. 라우터는 기본 기능인 IP 패킷의 best effort 라우팅 뿐만 아니라, 새로운 서비스 생성에 따른 네트워크 지원 요구사항을 라우터에 반영하기 위하여 서비스별 IP 패킷 처리의 차별화가 필수적이며, 라우터의 안정적인 운용을 위한 운용 및 보전 기능이 중요하다.

IP 패킷의 라우팅은 LAN 테이블, 네트워크 테이블, 라우팅 테이블을 기본 데이터로 하며, 이 데이터 베이스의 관리 및 제어가 라우터의 주요 기능이라 할 수 있다. 데이터 베이스의 수정은 라우팅 프로토콜에 의하여 수집된 정보를 기반으로 네트워크 서비스 기능에 의하여 정의된 처리 규칙에 따라 수행된다.

IP 계층의 응용으로 동작하는 라우팅 프로토콜은 RIP의 경우 UDP 위에서 운용되고, OSPF는 link state 를 참조하여 운용된다.

라우터의 운용관리 기능은 라우터 초기화 기능, 라우터 데이터 관리 기능, 사용자 인터페이스 기능 등으로 구분된다.

라우터 초기화 기능

리모트 또는 로컬 프로그램 다운로드 기능, 라우터 형상 구성, 계층별 구성 초기화를 제공한다.

- 로그 인/아웃 기능
- 시스템 부트 기능
- password 관리 기능
- system time management 기능
- system configuration and status management 기능
- 시스템 소프트웨어 원격 다운로드 기능
- 라우팅 프로토콜, 그 외 필요한 프로토콜 들의 로딩 및 수행 기능
- 라우터 이름 지정, 프롬프트 지정 등 부수적 기능

라우터 데이터 관리 기능

데이터 관리 기능에는 크게 프로토콜 데이터 관리 기

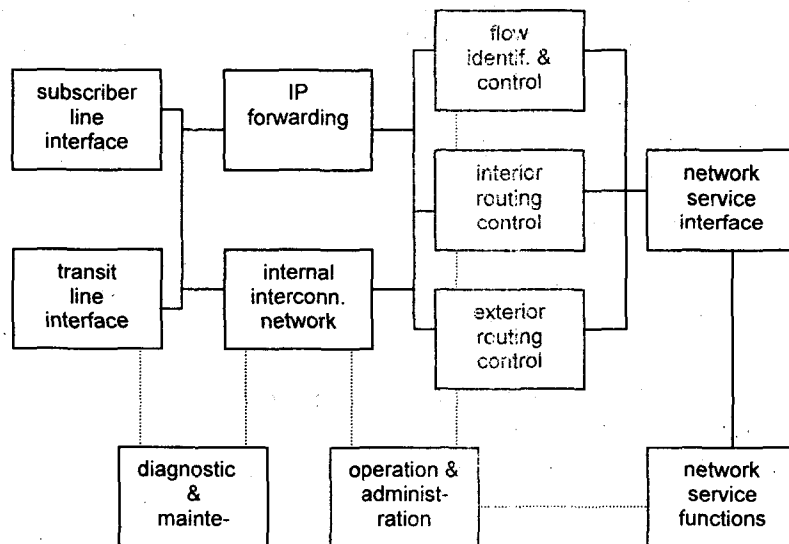


그림 1. IP 라우터 기능적 개념 모델

능, 시스템 데이터 관리 기능, 네트워크 데이터 관리 기능으로 구분한다.

● 프로토콜 데이터 관리기능

라우팅 프로토콜 관련 데이터 제어와 모니터링 기능을 제공한다.

- bridging parameter 구성 및 관리 기능
- forwarding table 관리 기능
- routing data, table 관리 기능(OSPF, RIP, BGP)
- ARP table 관리 기능
- IP route 관리 기능
- ICMP 관리 기능
- Ping 관리 기능
- TCP/UDP 관리 기능

● 시스템 데이터 관리기능

라우터의 하드웨어 및 소프트웨어 구성과 이들의 성능 및 장애를 관리한다.

- 하드웨어 관련 데이터
- 소프트웨어 관련 데이터
- 성능 관련 데이터
- 장애 관련 데이터
- 구성 관련 데이터

● 네트워크 데이터 관리기능

- 망 관리 관련 MIB 검색 기능
- VLAN 구성 및 관리 기능
- 패킷 모니터링 기능

사용자 인터페이스 기능

라우터 운용자에게 라우터의 구성 관리, 성능관리, 장애관리를 위한 인터페이스를 제공한다.

● 구성 관리 기능

- 연결 설정/해제 메뉴
- 각종 네트워크 인터페이스에 대한 제어 기능

● 성능 관리 기능

- 네트워크 링크 인터페이스 장비들의 통계 데이터 관리 및 제어 기능
- 메모리, 버퍼의 사용량 관리 기능
- 라우팅 프로토콜 계층별 송 수신 데이터에 대한 관리 및 제어 기능
- Threshold management 및 control 기능

● 장애 관리기능

- alarm data 관리 및 보고 기능
- log data 관리 및 제어 기능
- event data 관리 및 제어 기능
- 하드웨어 관련 구성 요소들에 대한 관리 및 제어 기능
- 소프트웨어 구성 요소들에 대한 제어 및 관리 기능

III. 표준 API에 의한 IP 라우터 설계

차세대 IP 라우터는 단순히 best effort 형태의 IP 패킷 라우팅 보다는 네트워크 보안성을 고도화하고, QoS 뿐만 아니라 사용자의 서비스 생성까지도 지원할 수 있는 액티브 네트워크의 플랫폼 역할이 요구된다. 따라서, 통신망내 peer-to-peer 관점에서 서비스 엔티티들을 수직적으로 결합하여 소프트웨어와 하드웨어가 밀접한 연관성을 갖는 기존 통신 서비스 모델로부터 네트워크 요소와 상태를 상위에서 수평적으로 다룰 수 있도록 프로그래밍 인터페이스를 제공하여 서비스의 확장성과 유연성을 증진시킬 수 있는 수평적 네트워크 모델로의 변환이 요구된다.

이러한 수평적 네트워크 모델의 한 방법으로 네트워크를 개방형 응용 프로그래밍 인터페이스에 의한 분산 컴퓨팅 시스템화의 시도가 있으며, 이와 관련된 표준화 활동 중 가장 활발한 것이 IEEE 표준화 개발 프로젝트, IEEE P1520 이다. 이 표준화 활동은 네트워크 제어기능과 관리기능간 개방형 구조를 구축하며, 이종 네트워크 상에서 서비스 생성, QoS, 트래픽 재협상 등 다양한 종류의 기능적 요구를 쉽게 지원하며, 기존 시스템과의 상호연동 및 통합을 지원하는 네트워크 프로그래밍 인터페이스의 표준화를 목표로 하였다.[1]

IEEE P1520 기준 모델은 레벨, 엔티티, 인터페이스로 구성된다. 기준 모델은 네개의 레벨을 가지는데, 물리적 망요소 레벨(PEL), 가상 네트워크 장비 레벨(VNDL), 네트워크 서비스 레벨(NGSL), 부가 서비스 레벨(VASL) 등으로 구분된다.[2] 각 레벨은 엔티티로 구성되는데, PEL 은 IP 라우터의 물리적 구성요소로서 입출력·포트, 스위칭 패브릭, 프로세서로 구성되며, VNDL 은 PEL의 엔티티들이 가질 수 있는 상태 변수들을 논리적으로 표현한 객체를 엔티티로 정의하여 IP 라우터의 주소 자원, 버퍼 자원 등을 예로 들 수 있다. NGSL 은 네트워크 기능과 근본적으로 관련된 알고

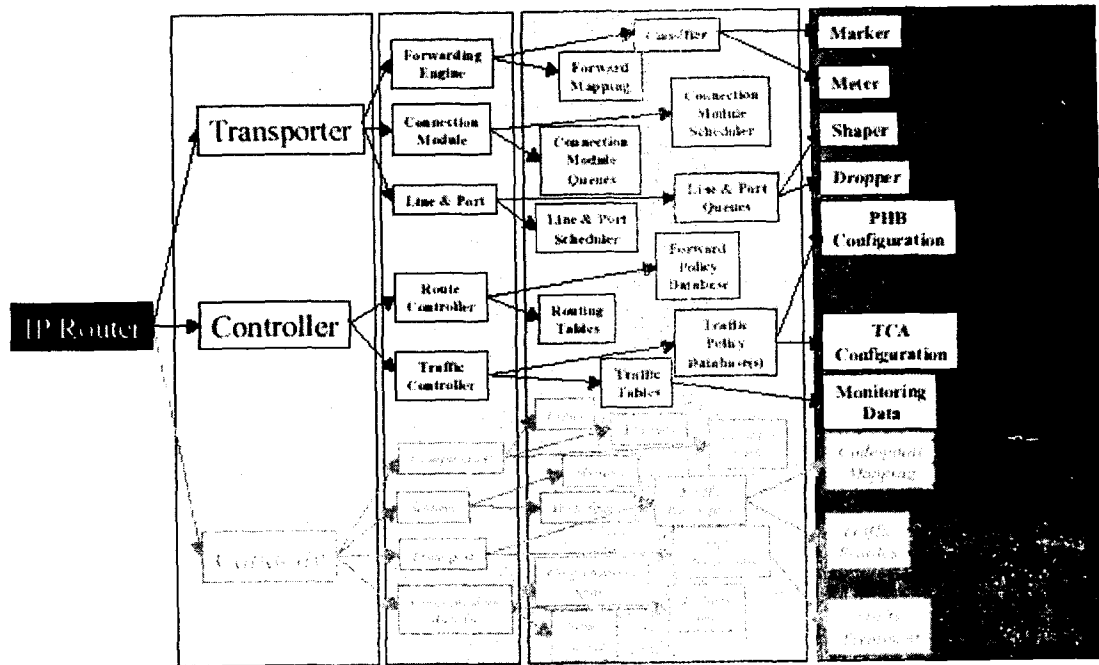


그림 2. DiffServ 라우터 자원 추출 모델[3]

리즘들로 라우팅 알고리즘, 서비스 제어 알고리즘, 플로우벨 자원 제어 프로토콜 처리 등을 엔티티로 가지며, VASL 은 네트워크 서비스에 사용자 지향적 기능으로 VPN 서비스와 같은 서비스 프로파일을 엔티티로 갖는다.

표준 API 에 의한 IP 라우터의 설계는 기준모델의 엔티티와 엔티티들간 연관관계를 정의하는 것이다. 즉, IP 라우터의 설계는 앞절의 개념모델 기능 블록을 수행하기 위하여 제공하여야 하는 물리적 자원과 논리적 자원을 추출하고, 이 자원을 제어하고 관리할 알고리즘을 정의하며, 네트워크 서비스에 따라 필요한 제어 관리 프로파일의 구성 방법을 제시하는 과정이다. 이러한 과정을 통하여 정의된 서비스 프로파일, 알고리즘, 자원 들간 연관관계를 서술할 수 있는 인터페이스를 라우터의 API 로 적용한다.

IP 라우터의 자원을 transporter, controller, capacity 로 구분하여 각각의 물리적 자원과 논리적 자원을 추출한 예는 그림 2 와 같다. 처음 3 단계에 의한 자원의 추출은 일반적인 IP 라우터에 적용 가능하며, 마지막 단계의 자원은 DiffServ 서비스만을 위한 자원으로 추출된

것이다.

이와 같은 방식의 IP 라우터 설계는 실제 네트워크를 구성하는 IP 라우터의 하드웨어적인 특성과 독립적으로 설계할 수 있으며, 새로운 기능을 라우터에 추가할 때 미리 정의된 논리적 자원을 매핑하는 방법으로 확장할 수 있으므로, 소프트웨어 구조의 변화없이 유연한 확장이 가능하다.

IV. 참고문헌

- [1] Jit Biswas, et al., "The IEEE P1520 Standards Initiative for Programmable Network Interfaces," IEEE Communications Magazine, Vol36, No.10, pp.64-70, October 1998.
- [2] 주성순, "ATM 네트워크를 위한 응용 프로그래밍 인터페이스 표준화 연구," 전자공학회 '98년 추계 학술대회 논문집, 1998
- [3] <http://www.ieee-pin.org/>, "Designing IP Router L-Interfaces"