

정보처리 가능한 능동라우터 시스템 설계 및 구현

전하용, 최원호, 정민수
경남대학교 컴퓨터공학과

Design and Implementation of Intelligent Active Router System

HaYong Jeon, WonHo Choi, MinSoo Jung
Dept. of Computer Engineering, Kyungnam Univ.

요 약

능동 네트워크에 관한 연구들은 능동 패킷 정의와 능동 센서 프로그램 언어, 능동 노드의 구성, 경로 설정에 관한 것이다. 본 논문에서는 정보처리가 가능하고 원격에서 제어 가능한 능동 라우터 시스템의 구축 방향을 제시하고 능동 라우터 시스템에 전달되는 능동 패킷에 대한 정의와 능동 센서 프로그램 언어 및 인터프리터도 설계 및 구현한다.

1. 서론

인터넷의 사용이 많아짐에 따라 네트워크에 대한 요구는 점차적으로 복잡해지고 트래픽이 많이 발생하고 있다. 이런 문제들을 해결하기 위해서 네트워크에 관한 많은 연구가 진행되고 있다. 네트워크에 관련된 대표적인 기술로서는 라우터의 처리 속도를 높여 발생한 트래픽을 보다 빨리 처리하는 고성능 라우터 기술과 네트워크 노드의 구조를 프로그래밍이 가능하도록 하는 능동 네트워크(Active Network) 기술이 등장하게 되었다.

기존의 라우터들이 가지는 기능은 전송된 패킷을 받고 라우팅 테이블에 기술되어 있는 경로만 패킷을 전송하는 기능을 가지고 있었다. 하지만 능동 노드(Active Node)는 데이터뿐만 아니라 사용자가 원하는 프로그램을 패킷을 통해 전송하여 중간에 있는 능동 노드에 미리 설치되어 있는 응용 프로그램들 중에서 해당 기능을 수행하는 프로그램을 실행함으로써 사용자가 원하는 네트워크 기능을 수행한다. 따라서 기

존 라우터에서 패킷들을 단순히 처리하는 방식보다 능동 라우터를 이용하는 방식을 사용함으로써 네트워크에 발생하는 트래픽의 양을 줄일 수 있고 라우터의 기능을 보다 효율적으로 운영할 수 있다.

본 논문에서는 능동 네트워크에서 사용할 수 있는 정보처리가 가능한 능동 라우터를 이용하여 사용자의 요구들을 보다 효율적으로 처리할 수 있게 하는 방안을 제시한다. 이를 위해서 능동 노드와 능동 센서 언어를 현재 진행중인 능동 네트워크 연구와 연관하여 새로이 재정의한다. 그리고 능동 노드를 리눅스를 이용하여 능동 네트워크에 맞게 재구성한다.

2. 관련 연구

2.1 능동 패킷

능동 패킷은 IP 패킷의 'OPTIONS' 부분에 프로그램 코드를 추가하는 것과 ANEP(Active Network Encapsulation Protocol)을 사용해서 IP 헤더에 추가하

는 방법이 이용된다.

OPTIONS'부분을 사용하는 방법은 능동 노드가 전송된 IP 패킷의 헤더부분을 찾고 'OPTIONS' 부분까지 검사해 내려 오는 방법이다.

ANEP 프로토콜을 사용하여 패킷을 만드는 방법은 IP 헤더와 TCP 나 UDP 헤더 사이에 ANEP 헤더를 추가하여 일반 패킷과 구별되는 능동 패킷을 만들고, 패킷의 'Payload'에 프로그램 코드와 데이터를 같이 추가하여 전송한다.

2.2 능동 노드

능동 네트워크 기능을 수행하기 위한 능동 노드(이하 능동 라우터) 구조는 일반적으로 노드 운영체제, 실행환경, 응용 프로그램으로 구성된다.

노드 운영체제(Node OS)는 다중 실행환경을 지원하고 실행환경과 라우터 자원 사이에서 패킷 처리시 요구되는 자원에 대한 중재 역할을 담당한다. 실행환경은 사용자 제공 매개변수나 프로그래밍 언어를 위한 인터프리터 구현이 포함되고 인증된 관리자에게 제어 인터페이스를 제공한다. 응용 프로그램은 캡슐 내에 들어갈 네트워크 서비스인 프로토콜 정의들을 구현한 것으로 능동 네트워크는 능동 라우터에 사용자 프로그램을 설치할 수 있는 구조를 제공한다[18].

3. 능동 네트워크 시스템 설계

본 논문에서는 리눅스를 이용해서 지능적이고 간결한 능동 라우터 시스템을 구성하기 위해서 새로운 모델의 능동 네트워크를 제안한다

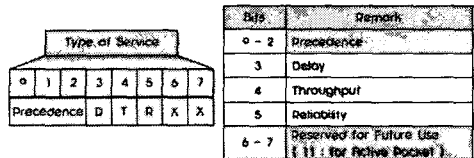
3.1 능동 패킷 설계

능동 네트워크에서 일반적으로 사용되는 능동 패킷의 형태는 IP 헤더의 'OPTIONS' 부분에 프로그램 코드를 추가하는 방법과 ANEP 프로토콜을 이용하는 방법이 대표적이다. 하지만 이들 방법은 능동 패킷을 판별하는 시간적인 요소와 새로운 프로토콜에 대한 부분을 라우터에 설치해야 한다는 문제점을 가지고

있다. 따라서 이러한 문제점을 쉽게 해결하고 능동 패킷을 보다 간결하게 구성을 하기 위해서 새로운 형태의 능동 패킷을 재설계한다.

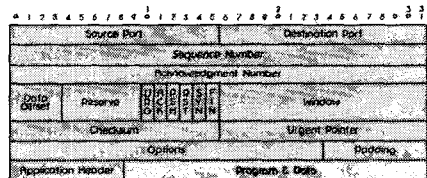
본 논문에서 설계되는 능동 패킷은 능동 라우터 뿐만 아니라 기존의 라우터에서도 본래의 패킷의 용도대로 이용할 수 있다. IP 헤더의 'Type Of Service(TOS)' 부분을 사용하여 능동 패킷을 정의할 수 있다.

TOS의 각 비트들이 사용되는 용도는 그림 5와 같이 구성이 되어 있고 6번과 7번은 현재 사용되지 않는다. TOS의 마지막 두 비트에 각각 '1'로 설정하여 능동 라우터에서 인식을 할 수 있는 능동 패킷으로 만든다



[그림 1] TOS를 이용한 능동 패킷 구분

능동 라우터로 들어온 패킷은 패킷 구분자(Packet Classifier) 내부에서 먼저 IP 헤더를 검사하고 TOS의 6번과 7번 비트가 '11'로 설정이 되어 있는지 확인을 한다. 이 단계를 거쳐 일반 패킷과 프로그램 코드를 가진 능동 패킷을 구분한다. 그리고 능동 패킷에 추가되는 프로그램 코드와 데이터는 IP 패킷 내부에 포함된 TCP 패킷의 'Payload'에 기술한다. 프로그램 코드와 데이터가 추가된 능동 패킷의 형태는 그림 2와 같다.



[그림 2] 프로그램 코드를 갖는 능동 패킷의 형태

3.2 능동 센서 언어 설계

능동 패킷은 일반적인 데이터뿐만 아니라 프로그램 코드도 같이 삽입하여 전송된다. 능동 라우터에서

패킷의 프로그램 코드를 쉽게 처리할 수 있도록 스크립트 형식의 능동 센서 언어를 설계한다. 능동 센서 언어는 가지는 기능은 사용자가 요청 프로그램 설치, 실행, 삭제, 그리고 전달의 네 가지의 기능을 갖는다. 능동 패킷에 기술되는 프로그램의 정의는 아래의 표와 같다.

<표 1> 프로그램 코드 형식

Function	AID	Data
Install	AID	URL
Run	AID	Parameters
Delete	AID	No Data
Pass	AID	IP Address

명령 코드는 능동 패킷에 기술할 수 있는 프로그램 코드의 명령은 네 가지 - 설치, 실행, 삭제, 전달 - 형태로 구성된다. 이들 명령 코드는 네 비트로 구성되어 있어 있고 각각의 고유 번호를 갖는다. 능동 센서 언어를 해석하는 인터프리터가 각 고유 번호를 이용해서 능동 패킷에 기술되어 있는 나머지 프로그램 코드를 실행 환경(Execution Environment)으로 전달한다.

응용 프로그램 정보는 능동 패킷의 프로그램 코드에는 명령과 함께 수행되는 응용 프로그램 정보가 기술된다. 이 정보는 여덟개의 비트로 구성되어 여러 가지의 응용 프로그램들을 식별하기 위해서 각각 고유 번호를 붙여서 사용된다.

옵션은 능동 패킷의 나머지 구조인 옵션 부분은 각각의 프로그램 명령들이 실행될 때 필요한 정보들을 제공한다.

3.3 능동 센서 인터프리터 설계

능동 라우터는 먼저 입력 받은 데이터가 능동 패킷인지를 판별하고, 만약 능동 패킷일 경우 첨부된 프로그램 코드를 능동 센서 인터프리터(Interpreter)로 전송한다. 인터프리터는 프로그램 코드를 읽어 들여 수행할 명령과 필요한 응용 프로그램에 대한 값을 읽어 들인다. 그리고 응용 프로그램 정보 테이블로 아이디어에 맞는 프로그램 이름을 가져온다. 명령 코드

에 해당하는 실행 환경에 프로그램 이름과 옵션부분의 나머지 코드를 함께 전달한다. 인터프리터는 프로그램을 실행시키기 위한 정보들을 추출하여 실행 환경에 전달하는 역할을 한다.

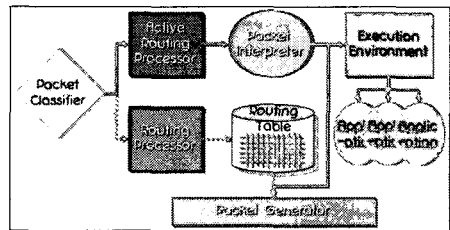
4. 능동 라우터 시스템 설계

본 논문에서 제안한 정보처리가 가능한 능동 라우터 시스템에 대한 설계를 한다. 보다 효율적이고 신속한 네트워크 망을 구성하기 위해서 능동 네트워크를 도입하였다.

4.1 능동 라우터의 구조

능동 라우터를 구성하기 위해 필요한 요소는 라우터 시스템을 운영하는 노드 운영체제(Node OS)이다.

능동 패킷에 포함된 프로그램 코드를 처리할 수 있도록 능동 센서 언어에 대한 정의와 인터프리터를 추가한다. 능동 센서 언어에 명시된 네 가지 기능을 수행할 수 있게 응용 프로그램들도 추가한다.



[그림 3] 능동 라우터의 구조

4.2 패킷 구분자와 라우팅 프로세스

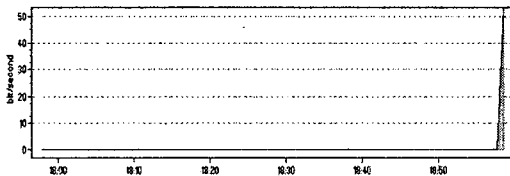
능동 라우터는 일반 패킷과 능동 패킷을 처리할 수 있다. 네트워크를 통해서 패킷이 능동 라우터에 입력이 되면, 패킷 구분자(Packet Classifier)가 입력된 모든 패킷들을 처리한다. 패킷 구분자는 입력된 패킷의 IP 헤더의 TOS 부분을 '0x00000011' 값과 비트 연산을 한다. 연산에 결과에 따라서 일반 패킷과 능동 패킷을 구분 짓는다.

4.3 실행 환경

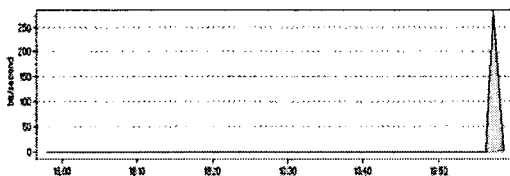
실행 환경(Execution Environment : EE)은 네 가지로 구성된다. 구성 요소는 각각 설치, 실행, 삭제, 그리고 전달 환경이다. 각 실행 환경은 인터프리터에서 프로그램 코드를 해석한 결과에 따라서 호출이 된다. 명령 코드가 '0001' 이면 설치 환경이 호출되고, '0010' 이면 실행 환경, '0100' 이면 삭제 환경, 그리고 '1000' 이면 전달 환경이 호출된다. 그리고 각 실행 환경은 호출이 될 때, 알맞은 옵션들을 전달 받는다.

5. 능동 라우터 실험 및 성능 평가

본 논문에서 제시한 방향대로 간단한 능동 라우터를 구현하고 인터넷 경매 서버와 연결하여 실험을 하였다. 성능 평가 방법은 일반 라우터와 능동 라우터를 거쳐서 인터넷 경매 서버로 전송되는 트래픽의 양을 측정하는 것이다. 실험을 위해서 일반 라우터와 능동 라우터가 연결되어 있는 경매 서버에 각각 4000건 정도의 경매 데이터를 전송하여 서버로 들어오는 트래픽의 양을 측정하였다. 그림 4에서와 같이 일반 라우터를 이용했을 때보다 능동 라우터를 거쳐서 발생한 트래픽양이 거의 5배정도 감소한 것을 볼 수 있다.



(a) 능동 라우터를 거쳐서 발생한 트래픽 양



(b) 일반 라우터를 거쳐서 발생한 트래픽 양

[그림 4] 인터넷 경매 서버에 발생한 트래픽 양

6. 결론

본 논문에서 제안된 정보처리가 가능한 능동 라우

터 시스템은 능동 라우터에서 발생하는 트래픽의 양이 일반 라우터에서 발생하는 양보다 훨씬 적다. 그리고 데이터만 전달하는 것이 아니라 필요에 따라서 능동 라우터에서 사용자의 요구를 바로 처리할 수 있다. 능동 네트워크와 능동 라우터를 통해서 현재 사용되고 있는 네트워크 망의 보다 유연하고 다양한 기능을 제공할 수 있다. 그리고 네트워크 관리나 새로운 서비스 제공 측면에서도 능동적이고 효율적으로 대처할 수 있어 네트워크의 고성능화를 앞당길 수 있다.

참고문헌

- [1] Jonathan M. Smith, Kenneth L. Calvert, Sandra L. Murphy, Hilarie K. Orman, and Larry L. Peterson, "Activating networks: A progress report", IEEE Computer, Vol. 32, No. 4, pp. 32-41, April 1999.
- [2] A. Jackson and C. Partridge, "Smart Packets", <http://www.net-tech.bbn.com/smtpkts/>.
- [3] Jonathan M. Smith, Kenneth L. Calvert, Sandra L. Murphy, Hilarie K. Orman, and Larry L. Peterson, "Activating networks: A progress report", IEEE Computer, Vol. 32, No. 4, pp. 32-41, April 1999.
- [4] Ulana Legedza, David J. Wetherall, and John Guttag, "Improving The Performance of Distributed Applications Using Active Networks", IEEE INFOCOM'98, 1998
- [5] David J. Wetherall, Ulana Legedza and John Guttag, "Introducing New Internet Services: Why and How", IEEE Network Magazine, July/August 1998.
- [6] C.A. Thekkath, T.D. Nguyen, Evelyn Moy and E.D. Lazowska, "Implementing Network Protocols at User Level", ACM Sigcomm, 1993.
- [7] M. Hicks et al, "PLANnet: An Active Internet network", In Conf. on Computer Communications (INFOCOM 99), IEEE, pp. 1124-1133, New York, NY, Mar. 1999.