

효율적인 패킷 분류를 위한 계층 우선순위 트라이

추하늘, *임혜숙
이화여자대학교 공과대학 전자정보통신학과
e-mail : *hlim@ewha.ac.kr

Hierarchical Priority Trie for Efficient Packet Classification

Ha Neul Chu, *Hyesook Lim
Information Electronics Engineering
Ewha Womans University

Abstract

In order to provide value-added services, next generation routers should perform packet classification for each incoming packet at wire-speed. In this paper, we proposed hierarchical priority trie (HPtrie) for packet classification. The proposed scheme improves the search performance and the memory requirement by replacing empty internal nodes in ordinary hierarchical trie with priority nodes which are the nodes including the highest priority rule among sub-trie nodes.

I. 서론

링크 테크놀로지의 발전으로 인하여 트래픽의 속도가 매우 빨라지고 네트워크 트래픽이 증가함에 따라 인터넷 사용자들은 보다 향상된 서비스를 요구하고 있다. 이러한 서비스에는 품질 보장 서비스 (quality of service, QoS)가 대표적이며, 이를 위하여 라우터에 들어오는 패킷을 미리 정의된 플로우에 따라 구별하는 패킷분류가 선행되어야 한다. 패킷분류는 패킷 헤더의 하나 이상의 필드로 이루어진 미리 정의된 룰 셋에 기초하여 라우터에 들어온 패킷이 어떤 플로우에 속하는지를 결정하고 해당하는 서비스를 제공하여 QoS를 가

능하게 한다[1]. 본 논문에서는 패킷분류를 위하여 계층적으로 구성된 각 트라이에서 빈 내부 노드를 우선순위 노드로 대체하여 효율적인 메모리 사용과 빠른 검색 성능을 갖는 계층 우선순위 트라이를 제안한다.

II. 본론

2.1 계층 우선순위 트라이(HPtrie)

패킷분류 문제[2]는 들어오는 여러 필드의 패킷 헤더의 값이 모두 일치하는 룰을 찾고 그 중에서 가장 높은 우선순위를 갖는 룰을 최종 일치 결과로 찾는 것이다. 패킷분류에 사용되는 패킷 헤더의 필드는 대표적으로 근원지 IP 주소, 목적지 IP 주소, 근원지 포트 번호, 목적지 포트 번호, 프로토콜 타입등이 사용되며 프리픽스와 영역으로써 표현된다.

본 논문에서는 우선순위를 갖는 룰을 높은 레벨의 빈 내부 노드 자리에 위치시켜 트라이를 구성할 것을 제안한다. 제안하는 구조에서는 트라이의 빈 내부 노드를 그 노드를 루트로 하여 그보다 낮은 레벨에 존재하는 많은 프리픽스 노드 중에서 가장 높은 우선순위 룰을 갖는 노드로 대체하여 트라이 내부의 빈 노드를 완전히 제거함과 동시에 트라이의 깊이를 줄여 검색 효율을 높였다. 여기서, 최우선순위 룰을 갖는 노드의 이동으로 인해 생긴 노드를 우선순위 노드라고 하고 트라이 안에서 우선순위가 높은 룰을 먼저 검색하게

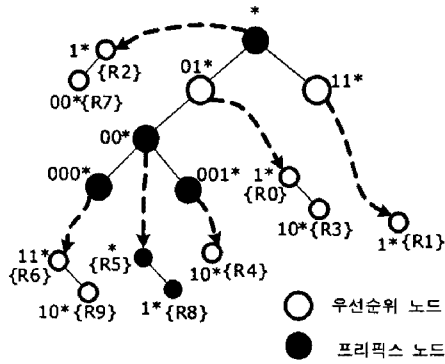


그림 1 제안하는 계층 우선순위 트라이

해 검색 성능을 향상시켰다. 패킷분류는 다차원 검색이므로 계층 우선순위 트라이에서는 프리픽스로 표현되는 근원지 주소와 목적지 주소의 두 필드를 계층적으로 연결하는 계층적 구조를 사용한다. 계층적 구조란, 근원지 주소로 구성된 첫 번째 트라이의 유효한 노드마다 같은 근원지 주소를 갖는 물들의 목적지 주소만으로 구성되는 두 번째 트라이를 갖게 하는 구조이다. 두 번째 트라이에 목적지 주소와 더불어 근원지 포트 번호, 목적지 포트 번호, 프로토콜 타입을 함께 저장한다. 앞서 언급한 바와 같이, 패킷분류는 미리 정의된 조건에 일치하는 특정 물을 찾는 것에 그치는 것이 아니라 그 중에서도 최우선순위를 갖는 물을 찾기 때문에, 두 프리픽스 필드 값이 같아 목적지 트라이의 노드가 여러 개의 물을 갖게 되는 경우에 연결 리스트로서 연결을 하여 우선순위가 높은 물부터 낮은 물까지 순차적으로 검색이 가능하도록 하였다.

III. 성능 평가

본 논문에서 제안된 패킷 분류 구조의 성능을 평가하기 위하여 실제 라우터의 물 특성을 반영하는 클래스벤치(classbench[3])의 물 셋과 인풋을 사용하여 C언어를 통해 실험하였다. 실험에 사용된 물 셋은 다섯 필드로 구성된 약 5000여 개의 물로 이루어져 있으며, acl(access control flow), fw(firewall), ipc(IP chain)의 세 가지 특성을 갖는 셋으로 구성되었다.

표 1은 입력된 패킷을 검색하는 데 소요되는 평균 메모리 접근 횟수(T_{avg}), 검색하는데 소요되는 최대 메모리 접근 횟수(T_{max})와 소요되는 총 메모리의 크기(M)을 나타낸 것이다. 기존의 계층 이진 트라이는 각 필드 트라이 내부의 빈 노드로 인해 메모리를 효율적으로 사용하지 못했고, 검색을 위한 메모리 접근 횟수가 컸다. 하지만 제안된 계층 우선순위 트라이는 각 필드 트라이 내부의 빈 노드를 우선순위 노드로 대체하여 완전히 제거함으로써 메모리 효율성을 극대화하

Algorithm	Linear search	H-trie[4]	BV[5]	AQT[6]	PQT[7]	Proposed HPtrie	
acl	T_{max}	4659	177	76	94	113	82
	T_{avg}	2399.0	84.01	64.10	50.11	59.61	39.79
	M (KB)	97.86	410.48	2793.23	200.22	145.63	133.71
ipc	T_{max}	4467	192	224	273	295	86
	T_{avg}	1957.17	85.64	85.70	192.16	202.07	37.25
	M (KB)	101.24	224.70	2531.48	114.22	139.63	119.93
fw	T_{max}	4343	162	1032	998	999	89
	T_{avg}	2292.30	69.20	220.30	564.70	571.06	49.55
	M (KB)	91.20	119.10	2394.65	92.48	135.97	115.84

표 1 기존의 구조와 제안하는 구조의 성능 비교였다. 또한, 빈 노드로 인한 불필요한 메모리 접근을 제거하고 우선순위 노드가 본래의 레벨보다 높은 레벨에 존재하게 함으로써 해당 노드의 검색이 먼저 이루어질 수 있도록 하여 빠른 검색 속도를 얻었음을 알 수 있다.

참고문헌

- [1] H. Jonathan Chao, "Next generation routers," Proceedings of the IEEE PROC., vol. 90, no. 9, pp.1518 - 1558, Sept. 2002.
- [2] F. Baboescu and G. Varghese, "Scalable packet classification," IEEE/ACM Trans. Networking, vol.13, no.1, pp.2-14, Feb. 2005.
- [3] D. E. Taylor, J. S. Turner, J.S, "ClassBench: a packet classification benchmark," IEEE INFOCOM 2005, pp.2068 - 2079, March 2005
- [4] P. Gupta and N. McKeown, "Algorithms for packet classification," IEEE Network, vol.15, no. 2, pp.24-32, Mar./Apr. 2001.
- [5] T. V. Lakshman and D. Stiliadis, "High-speed policy-based packet forwarding using efficient multi-dimensional range matching," ACM SIGCOMM, pp. 203-214, October 1998.
- [6] M. M. Buddhikot, S. Suri, and M. Waldvogel, "Space decomposition techniques for fast layer-4 switching," in Proc. of Protocols for High Speed Networks, pp. 25-41, Aug. 1999.
- [7] H. Lim, M. Kang, and C. Yim, "Two-dimensional packet classification algorithm using a quad-tree," Computer Communications, vol. 30, no. 6, pp.1396-1405, 2007.