



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2007-0097207
(43) 공개일자 2007년10월04일

(51) Int. Cl.

H04L 12/56(2006.01) H04L 29/02(2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0028088

(22) 출원일자 2006년03월28일

심사청구일자 2006년03월28일

(71) 출원인

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 공동 220번지 충남대학교

(72) 발명자

권택근

대전 유성구 신성동 대림두레아파트 106동 902호

송일섭

대전 유성구 봉산동 202-11번지 샘하나마을 401호
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

권오식, 박창희, 김중관

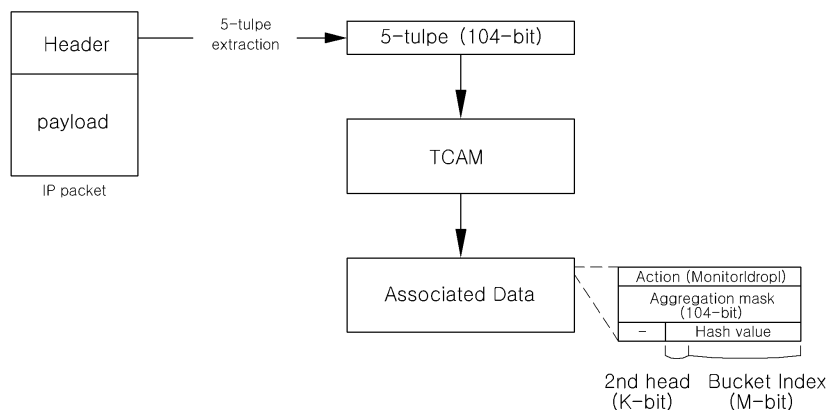
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) TCAM을 이용한 고성능 패킷 분류 방법 및 그 장치

(57) 요약

본 발명은 개별 트래픽뿐 아니라 패킷 분류 규칙에 의해 기술된 복합 트래픽에 대하여 공통의 플로우 정보를 갖도록 함으로써 개별 플로우 정보를 취합하여 통합하는 추가적인 절차 없이 고속의 패킷 분류가 가능하도록 하는 TCAM을 이용한 고성능 패킷 분류 방법 및 그 장치에 관한 것이다. 본 발명은 기가비트 이상의 속도를 갖는 고속 인터넷 망에서 통신 장치가 패킷을 고속으로 분류하는 방법에 있어서, 패킷의 헤더에서 추출된 플로우 식별을 위한 5-튜플값을 해시하는 단계와, TCAM을 사용하여 복합 트래픽을 분류하는 단계; 상기 단계에 해당하는 플로우에서 직접 해시값을 취하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다. 또한, 패킷 송신부를 통해 전달된 패킷 분류를 위하여 패킷 버퍼로부터 트래픽 분류를 위한 5-튜플을 추출하고, TCAM 저장부에 저장된 분류 규칙에 따라 패킷을 분류하여 패킷 수신부로 전달하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

강석민

대전 서구 도마2동 경남아파트 103동 1301호

민경주

대전 동구 판암동 주공아파트 501동 318호

이유경

대전 유성구 어은동 한빛아파트 110동 803호

특허청구의 범위

청구항 1

기가비트 이상의 속도를 갖는 고속 인터넷 망에서 통신 장치가 패킷을 고속으로 분류하는 방법에 있어서,
패킷의 헤더에서 추출된 플로우 식별을 위한 5-튜플값을 해시하는 단계;
TCAM을 사용하여 복합 트래픽을 분류하는 단계;
상기 단계에 해당하는 플로우에서 직접 해시값을 취하는 단계;
를 포함하는 것을 특징으로 하는 TCAM을 이용한 고성능 패킷 분류 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,
상기에서 TCAM의 관련 데이터에 해시값을 표현하여 복합 트래픽에 대하여 동일한 해시값을 갖도록 하는 것을 특징으로 하는 TCAM을 이용한 고성능 패킷 분류 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,
상기에서 플로우의 해시값을 구분하여 동일한 해시값을 갖는 플로우를 버킷에 모아 관리하고, 동일한 버킷에 존재하는 플로우를 두 번째 해시값으로 찾아 보다 정확한 플로우 정보를 찾는 것을 특징으로 하는 TCAM을 이용한 고성능 패킷 분류 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,
상기에서 TCAM의 관련 데이터에 복합 플로우를 구성하는 5-튜플값에서 임의의 값을 가질 수 있는 부분을 제거하기 위한 마스크 비트(mask bit)를 갖도록 하고, 이를 이용하여 복합 플로우 정보를 찾았을 때 충돌된 해시값으로 인하여 잘못된 플로우 정보인지 판단하는 것을 특징으로 하는 TCAM을 이용한 고성능 패킷 분류 방법.

청구항 5

패킷 송신부를 통해 전달된 패킷 분류를 위하여 패킷 버퍼로부터 트래픽 분류를 위한 5-튜플을 추출하고, TCAM 저장부에 저장된 분류 규칙에 따라 패킷을 분류하여 패킷 수신부로 전달하는 것을 특징으로 하는 TCAM을 이용한 고성능 패킷 분류 장치.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <12> 본 발명은 패킷 분류 방법 및 그 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 고속 인터넷 망에서 패킷을 분류하여 패킷의 전송을 허용할지 판단하거나, 우선순위를 결정하거나, 혹은 트래픽에 대한 통계를 수집하는 다양한 분야에 적용하기 위해 사용되는 TCAM을 이용한 고성능 패킷 분류 방법 및 그 장치에 관한 것이다.
- <13> 도 1은 일반적으로 인터넷에 사용되는 패킷이 헤더 정보를 나타낸 것으로 TCP/IP 패킷에서 트래픽 분류를 위한 5-튜플을 음영으로 보이고 있다.
- <14> 도 1에서 보는 바와 같이 TCP/IP 패킷의 헤더에서 Protocol, Source IP address, Destination IP address, Source Port, Destination Port의 5개 정보를 5-튜플이라 한다. 이 5-튜플의 정보는 인터넷 상에서 데이터 송수신을 위한 두 컴퓨터의 주소쌍 (Source IP address, Destination IP address)과 더불어 특정 응용의 플로우

구분에 사용된다.

- <15> 도 2는 종래의 패킷으로부터 플로우 식별을 위한 5-튜플을 추출하여 해당 플로우 정보를 찾기 위한 해시 (hash)를 적용하는 도면을 보이고 있다.
- <16> 도 2는 5-튜플의 크기가 104 비트이므로 이를 이용해 직접 플로우 정보를 찾기 위해서는 2^{104} (2 의 104승) 개의 플로우 정보를 가져야 하지만 메모리 크기의 제한으로 104 비트보다 작은 값의 해시값 (hash value)을 이용해 플로우 정보를 찾아야 한다. 이 해시값을 이용해 직접 해당 플로우 정보를 찾는 경우에 같은 해시값을 갖는 플로우 정보를 모은 버킷(bucket)을 두고 이 버킷 내에서 해당 플로우 정보를 두 번째 해시값(2nd hash)으로 찾도록 구성하고 있다.
- <17> 도 3은 본 발명에 의한 100만개의 플로우 정보를 패킷으로부터 추출한 5-튜플로 찾아가는 방법을 보이는 도면이다.
- <18> 도 3에서 해시값을 버킷 인덱스와 두 번째 해시값으로 구분한다. 이때, 버킷 인덱스로 256,000개의 버킷 중 하나를 찾고, 두 번째 해시값은 해당 버킷에 이 해시값을 가진 위치를 찾아 이와 연관된 플로우 정보(flow information)을 찾는 방법을 보이고 있다. 이 예에서 플로우의 두 번째 해시는 고속이면서 가격이 비싼 SRAM을 사용하고 있고, 실제 플로우 정보는 상대적으로 저속이지만 가격이 싼 DRAM에 저장하는 방법을 보이고 있다.
- <19> 하지만 이 경우에 10.0.0.2에서 시작된 모든 패킷에 해당 플로우 정보를 찾기 위해서는 104 비트중 출발지 IP 주소 (SIP) 10.0.0.2에 해당하는 32 비트를 제외한 모든 경우의 수가 $2^{(104-32)}$ (2 의 72승) 개 존재한다. 따라서 이를 통합적으로 관리하기 위해 별도의 방법이 필요하다. 즉, 10.0.0.2에서 시작되어 각각 다른 컴퓨터로 전송되는 패킷의 DIP가 모두 다르므로 이 패킷으로부터 5-튜플을 추출하여 해시값을 취하는 경우에 각각 다른 플로우 정보를 찾게 된다. 그 정보에 해당 플로우에 적용되는 행위를 기술하는 경우에 가능한 모든 플로우 정보에 이를 표현해야 하는 문제가 발생한다.
- <20> 이와 같이 종래에는 소프트웨어를 통해 복잡하게 수행되므로 그 처리 속도가 늦어 수 기가바이트 속도의 고속 인터넷에 적용되지 못하는 문제를 갖고 있다. 그리고 개별 트래픽 흐름에 해당하는 개별플로우에 대해서 해시 기반으로 관련 정보를 찾을 수 있으나, 복합 플로우에 대한 하나의 플로우 정보를 다루지 못하여 경우가 발생할 수 있다. 특히, 트래픽 모니터링의 경우에 각각의 개별 플로우마다 통계 정보를 유지하고 이를 모두 취합하여 처리하는 경우에 통계 정보의 양이 많아져 고속의 처리가 불가능한 문제를 갖고 있다

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <21> 따라서, 본 발명은 상기한 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명에서는 개별 트래픽뿐 아니라 패킷 분류 규칙에 의해 기술된 복합 트래픽에 대하여 공통의 플로우 정보를 갖도록 함으로써 개별 플로우 정보를 취합하여 통합하는 추가적인 절차 없이 고속의 패킷 분류가 가능하도록 하는 TCAM을 이용한 고성능 패킷 분류 방법 및 그 장치를 제공하는 데 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

- <22> 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 TCAM을 이용한 고성능 패킷 분류 방법은, 기가비트 이상의 속도를 갖는 고속 인터넷 망에서 통신 장치가 패킷을 고속으로 분류하는 방법에 있어서, 패킷의 헤더에서 추출된 플로우 식별을 위한 5-튜플값을 해시하는 단계와, TCAM을 사용하여 복합 트래픽을 분류하는 단계; 상기 단계에 해당하는 플로우에서 직접 해시값을 취하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <23> 상기에서 TCAM의 관련 데이터에 해시값을 표현하여 복합 트래픽에 대하여 동일한 해시값을 갖도록 한다.
- <24> 상기에서 플로우의 해시값을 구분하여 동일한 해시값을 갖는 플로우를 버킷에 모아 관리하고, 동일한 버킷에 존재하는 플로우를 두 번째 해시값으로 찾아 보다 정확한 플로우 정보를 찾는다.
- <25> 상기에서 TCAM의 관련 데이터에 복합 플로우를 구서하는 5-튜플값에서 임의의 값을 가질 수 있는 부분을 제거하기 위한 마스크 비트(mask bit)를 갖도록 하고, 이를 이용하여 복합 플로우 정보를 찾았을 때 충돌된 해시값으로 인하여 잘못된 플로우 정보인지 판단한다.
- <26> 또한, 본 발명에 따른 TCAM을 이용한 고성능 패킷 분류 장치는 패킷 송신부를 통해 전달된 패킷 분류를 위하여 패킷 버퍼로부터 트래픽 분류를 위한 5-튜플을 추출하고, TCAM 저장부에 저장된 분류 규칙에 따라 패킷을 분류하여 패킷 수신부로 전달하는 것을 특징으로 한다.

- <27> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명한다.
- <28> 도 4는 본 발명에서의 대표 도면으로 TCAM에 해시값을 저장하여 복합된 플로우에 해당 플로우 정보를 찾기 위한 정보를 표현한 패킷 분류 방법 도면이다.
- <29> 도시된 바와 같이 본 발명은 종래 도 3에서 복합 트래픽에 해당하는 단일 플로우 정보를 찾지 못하는 문제를 해결하기 위하여 TCAM을 이용하여 해시값을 직접 찾는 방법을 보이고 있다.
- <30> 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명은 패킷이 도착하면 직접 해시값을 구하지 않고, TCAM을 통해 도면 3에서 설명한 바와 같이 패킷을 구분하여 이에 해당하는 플로우에서 직접 해시값을 취하도록 함으로써 복합된 모든 패킷이 동일한 해시값을 취하도록 함으로써 복합된 모든 패킷이 동일한 해시값을 갖도록 한다. TCAM에서 찾은 플로우에 해당하는 데이터, 즉 associated data (관련 데이터)에는 패킷에 적용되는 행위 (action)뿐 아니라 해시값을 저장하고 있다. 해시값은 항상 충돌할 수 있으므로 5-튜플을 구성하는 104비트 중에서 어떤 필드의 값이 사용되었는지를 나타내는 데이터로 aggregation mask (복합 마스크) 값을 같이 가지고 있다.
- <31> 도 5는 본 발명에서 구성된 TCAM과 해시값으로 플로우 정보를 구성했을 때, 패킷이 도착하면 수행되는 절차를 보인 흐름도이다.
- <32> 하나의 패킷이 도착하면 TCAM에서 해시값을 찾는데, 해당 플로우의 해시값이 존재하면 관리되어야 하는 플로우를 의미하므로 이를 이용하여 플로우 정보를 찾는다. 만약, TCAM에 해당 플로우를 찾을 수 없으면 개별 플로우로 분류되는 경우이므로 개별 플로우에 대한 해시값을 구해 이를 이용하여 플로우 정보를 찾아야 한다. 플로는 패킷이 시작되면 생성되므로 첫 번째 플로우를 구성하는 패킷일 경우에는 새로운 플로우 정보로 초기화해야 하고, 기존의 플로우에 해당하는 패킷의 경우에는 이미 존재하는 플로우 정보에 따라 패킷을 과기할지 우선 순위를 무엇으로 결정할지, 트래픽 모니터링을 위한 통계를 수집할지 등의 정해진 행동을 하게 된다. 인터넷에서는 일정한 시간이 경과하면 플로우가 종료된 것으로 판단하므로 시간 정보를 이용하여 해당 플로우가 유효한지 판단해야 한다.
- <33> 도 6은 본 발명의 패킷이 수신되어 분류되는 절차를 보인 패킷 분류 장치의 블록도로서, 패킷 수신부(10), 5-튜플(11), 패킷 버퍼(12), 패킷(13), TCAM 저장부(14) 및 패킷 송신부(15)를 포함한다.
- <34> 도시된 바와 같이, 패킷 송신부(15)를 통해 전달된 패킷 분류를 위하여 패킷 버퍼(12)로부터 트래픽 분류를 위한 5-튜플(11)을 추출한다. 또한, TCAM 저장부(14)에 저장된 분류 규칙에 따라 패킷(13)을 분류하여 패킷 수신부(10)로 전달하는 방법을 보이고 있다.
- <35> 도 7은 본 발명의 TCAM을 이용하여 5-튜플을 이용하여 패킷을 분류하는 예를 보인 도면으로서, 본 발명에서의 고성능 패킷 분류를 위하여 TCAM과 해당 트래픽에 적용되는 행위(action)를 나타내는 정보를 포함하는 정보를 표현한다. TCAM은 "Ternary Content Addressable Memory"로서 내용과 일치하는 해당 엔트리의 관련 정보를 고속으로 찾아주는 일반 CAM과 달리 임의의 값 (don't care)으로 불리는 와일드카드(Wildcard) 기능을 제공하는 장치이다.
- <36> 도 7에서의 TCAM은 도 1에서 설명한 5-튜플의 정보를 표현하고 있고, 경우에 따라 특정 필드의 값은 X로 표현된 "임의의 값 (don't care)"을 갖고 있다. 첫 번째 TCAM엔트리는 임의의 Source IP address (SIP)를 가진 패킷이 목적지 주소 (Destination IP address: DIP)가 11.0.0.2 이고 Source Port (SP)와 Destination Port (DP)가 각각 123과 80인 TCP 프로토콜의 패킷을 해당 행위에 따라 처리하는 예를 보이고 있다. 해당 행위는 패킷을 폐기(drop)하거나 정상적으로 수락(accept)할 수 있다. 또한 두 번째 엔트리는 SIP가 12.0.0.2이고 DIP가 13.0.0.2인 방향의 두 컴퓨터 사이에서 특정 응용 (SP=234, DP=80)인 TCP 플로우를 다른 플로우와 구분하여 우선순위를 높이는 허용하므로 5-튜플로 구분할 수 있는 여러 플로우를 복합하여 패킷을 분류할 수 있다. 예를 들어, 세 번째의 엔트리는 컴퓨터의 IP 주소가 10.0.0.2인 모든 패킷을 통합하여 모니터링 하도록 관련 행위를 기술하고 있다. 네 번째 엔트리는 모든 트래픽 중에서 모든 UDP 프로토콜을 낮은 우선순위의 트래픽으로 분류하도록 기술하고 있다.
- <37> 인터넷의 속도가 증가할수록 동시에 처리되는 트래픽의 유형도 많아진다. 예를 들어, 10Gbps의 속도에서는 일반적으로 100만개의 서로 다른 개별플로우가 존재한다. 이를 개별적으로 제어하거나 통계를 수집하는 경우에 그 처리 양의 방대함으로 인하여 문제가 발생할 수 있다. 본 발명으로 복합 트래픽을 TCAM을 통해 구분하여 이를 통해 접근되는 관련 데이터 (associated data)에 직접 해시값을 두어 단일 플로우 정보로 관리되도록 함으로써 고속의 플로우 제어가 가능하고 사후 처리가 필요 없어진다.

<38> 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 또한 설명하였으나, 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 기재된 청구범위 내에 있게 된다.

발명의 효과

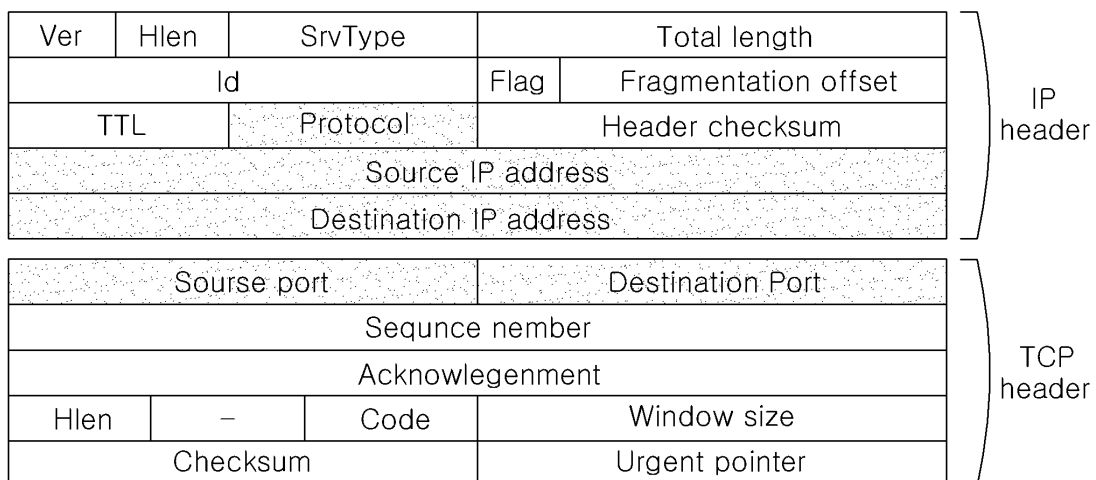
<39> 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명에 따른 TCAM을 이용한 고성능 패킷 분류 방법 및 그 장치에 의하면, 복합 트래픽을 TCAM을 통해 구분하여 이를 통해 접근되는 관련 데이터 (associated date)에 직접 해시값을 두어 단일 플로우 정보로 관리되도록 함으로써 고속의 플로우 제어가 가능하고 사후 처리가 필요 없어지는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

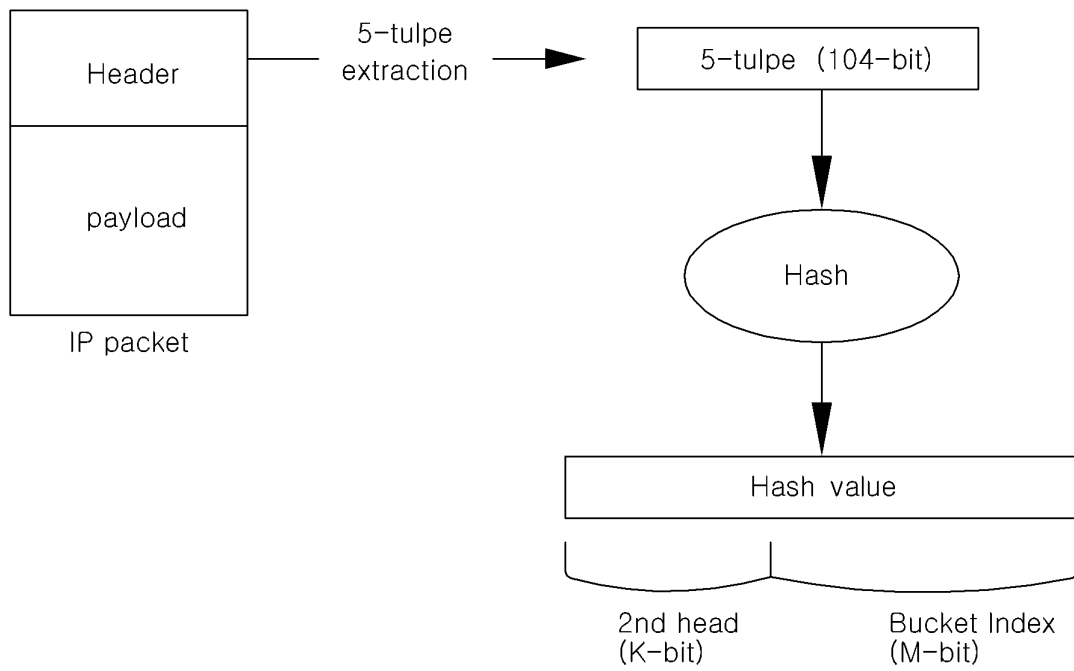
- <1> 도 1은 일반적으로 패킷의 분류에 사용되는 5-튜플의 패킷 정보를 나타낸 도면이다.
- <2> 도 2는 종래의 해시값을 패킷으로 추출하는 과정을 보인 도면이다.
- <3> 도 3은 종래의 100만개의 플로우 정보를 패킷으로부터 추출한 5-튜플로 찾아가는 방법을 보이는 도면이다.
- <4> 도 4는 본 발명에서의 대표 도면으로 TCAM(Ternary Content Addressable Memory)에 해시값을 저장하여 복합된 플로우에 해당 플로우 정보를 찾기 위한 정보를 표현한 패킷 분류 방법 도면이다.
- <5> 도 5는 본 발명에서 구성된 TCAM과 해시값을 가지고 패킷을 분류하는 과정을 도시한 흐름도이다.
- <6> 도 6은 본 발명의 패킷이 수신되어 분류되는 절차를 보인 패킷 분류 장치의 블록도이다.
- <7> 도 7은 본 발명의 TCAM을 이용하여 5-튜플을 이용하여 패킷을 분류하는 예를 보인 도면이다.
- <8> <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>
- <9> 10 : 패킷 수신부 11 : 5-튜플
- <10> 12 : 패킷 버퍼 13 : 패킷
- <11> 14 : TCAM 저장부 15 : 패킷 송신부

도면

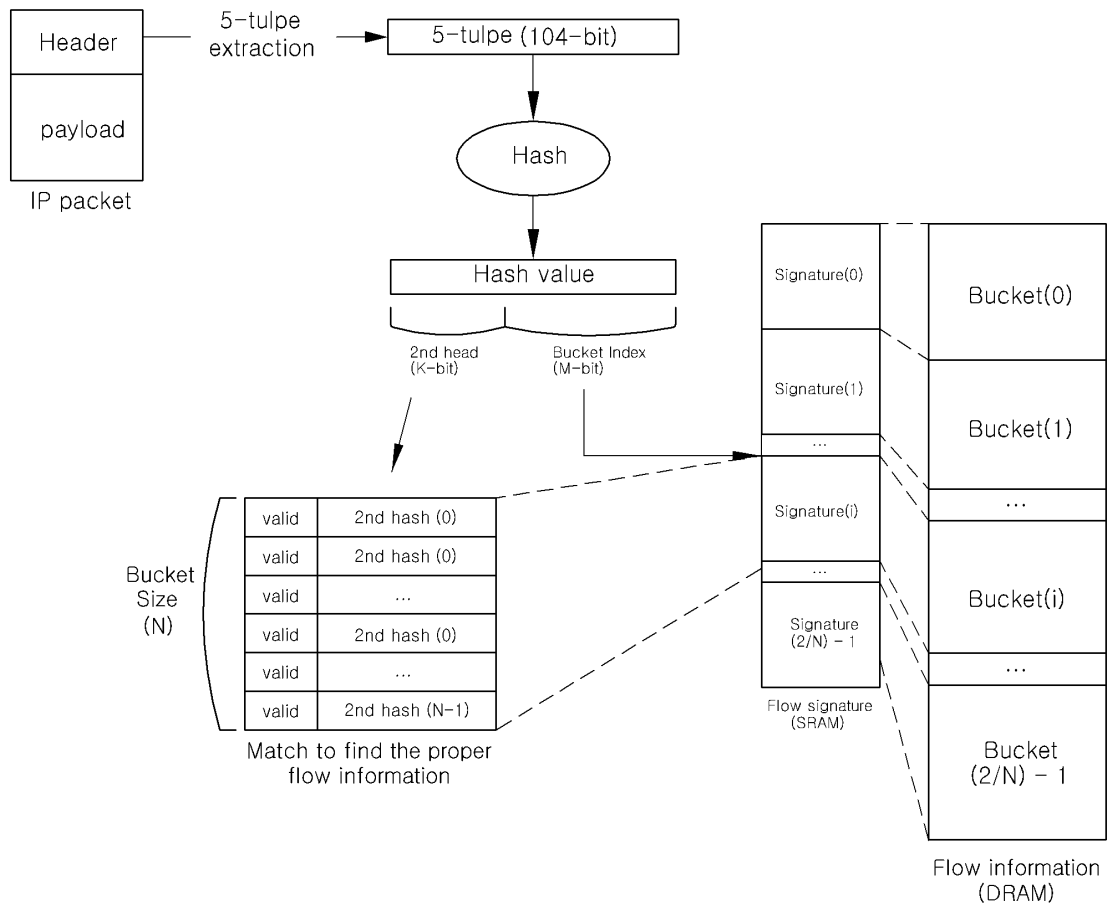
도면1



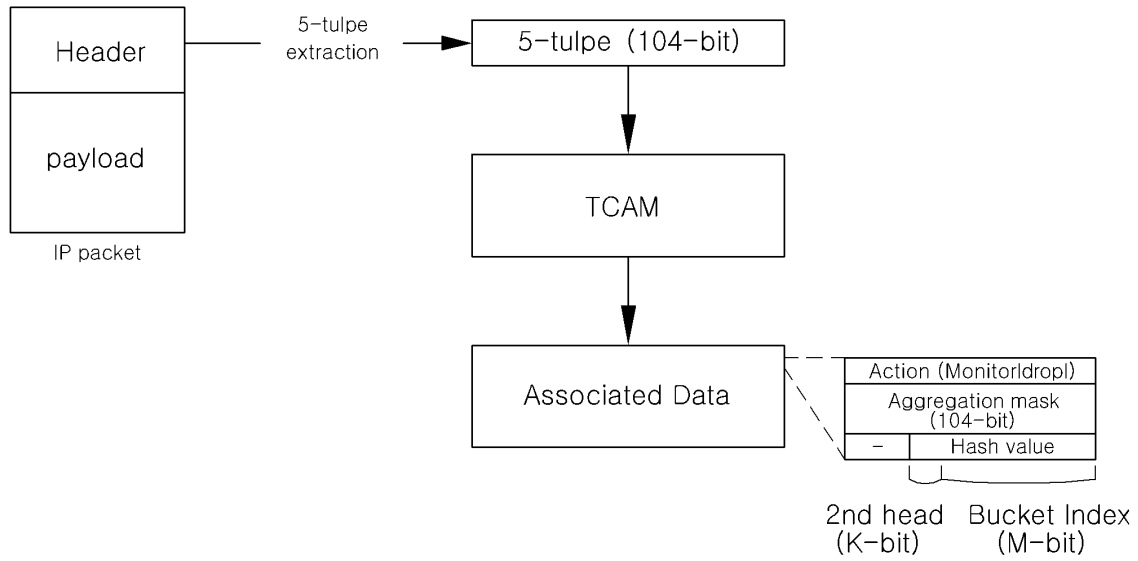
도면2



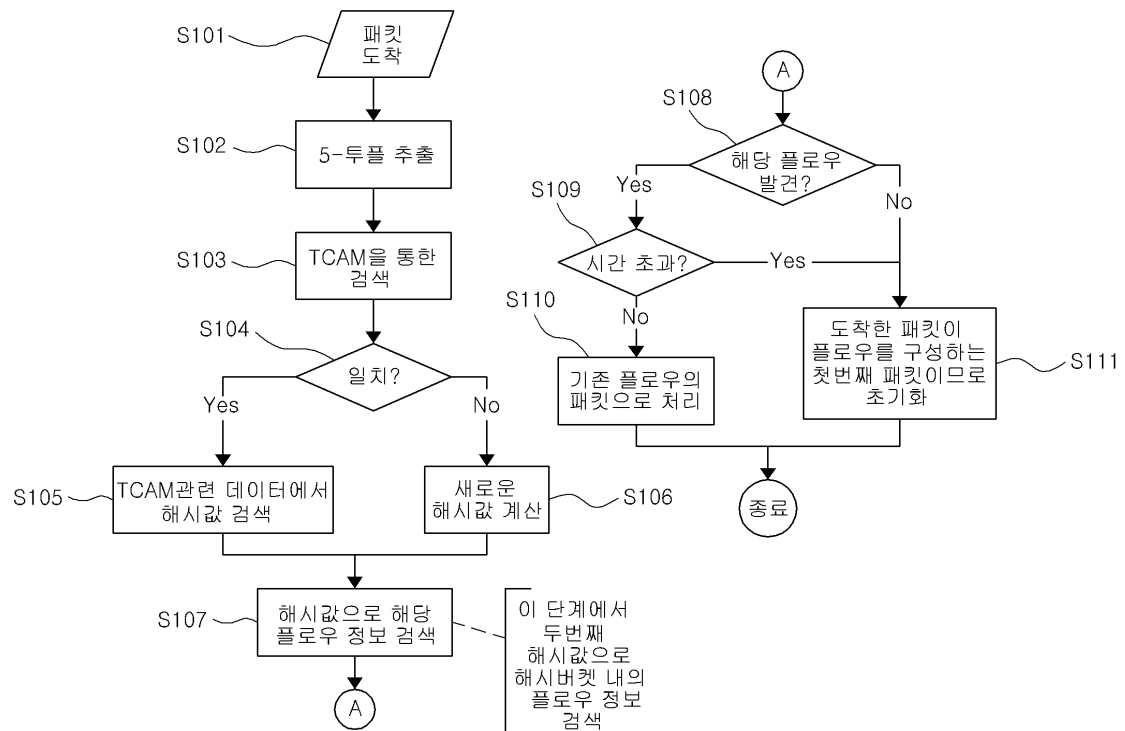
도면3



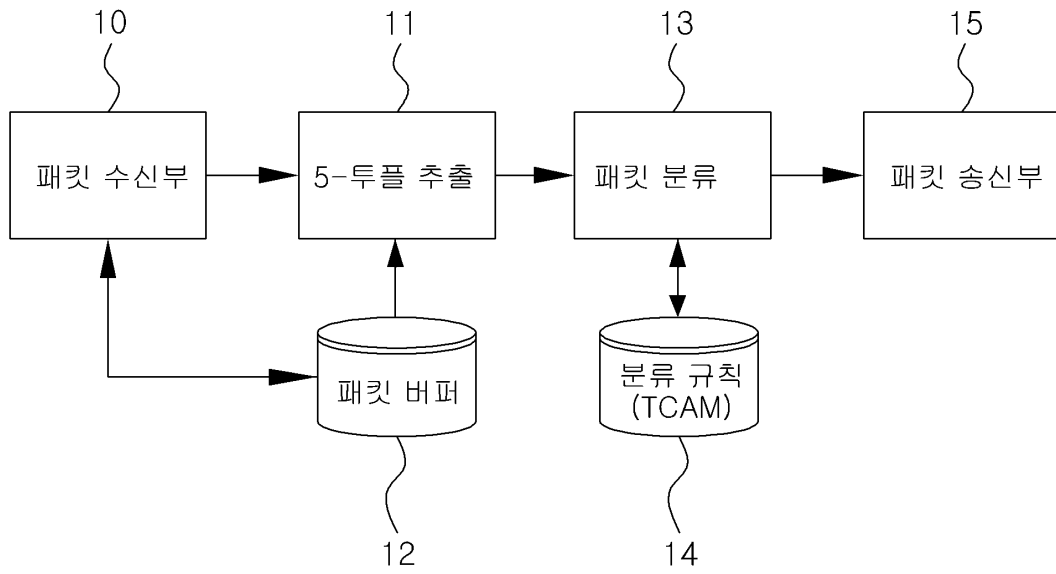
도면4



도면5



도면6



도면7

