



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2018년06월25일  
(11) 등록번호 10-1870146  
(24) 등록일자 2018년06월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04L 12/851 (2013.01) H04L 12/24 (2006.01)  
H04L 12/803 (2013.01) H04L 12/931 (2013.01)  
(52) CPC특허분류  
H04L 47/24 (2013.01)  
H04L 41/12 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2016-0132133  
(22) 출원일자 2016년10월12일  
심사청구일자 2016년10월12일  
(65) 공개번호 10-2018-0040358  
(43) 공개일자 2018년04월20일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR101574167 B1\*  
KR1020160116622 A\*  
KR101538560 B1\*  
US20140181292 A1\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
아토리서치(주)  
경기도 성남시 분당구 판교역로 225-18 , 9층(삼평동, 이룸빌딩 )  
(72) 발명자  
박현우  
경기도 부천시 원미구 길주로 91, 1106호(상3동, 비잔티움)  
황인욱  
경기도 성남시 분당구 정자일로 177, B동 2705호(정자동, 인텔리지2)  
정재웅  
서울특별시 강남구 언주로30길 56, F-1004 (도곡동, 타워팰리스)  
(74) 대리인  
노철호

전체 청구항 수 : 총 12 항

심사관 : 김대성

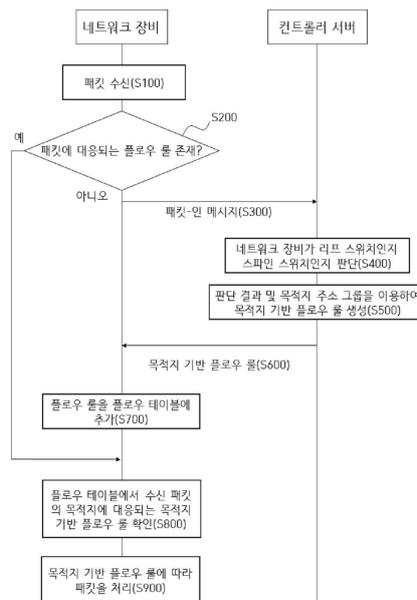
(54) 발명의 명칭 리프-스파인 구조의 소프트웨어 정의 네트워킹에서 목적지 기반 패킷 전송 제어 방법 및 장치

**(57) 요약**

본 발명은 리프-스파인 구조의 소프트웨어 정의 네트워킹에서 목적지 기반 패킷 전송 제어 방법 및 장치에 관한 것이다. 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명은 리프-스파인 구조의 소프트웨어 정의 네트워킹에서 컨트롤러 서버가 패킷의 전송을 제어하는 방법에 있어서, 네트워크 장비로부터 패킷-인 메시지를 수신하는 단계, 상기 네트

(뒷면에 계속)

**대표도 - 도2**



워크 장비가 리프 스위치인지 스파인 스위치인지 판단하는 단계, 상기 판단 결과 및 목적지 주소 그룹을 이용하여 상기 패킷의 목적지 주소에 대응되는 목적지 기반 플로우 룰을 생성하는 단계, 상기 목적지 기반 플로우 룰을 상기 네트워크 장비에 전송하는 단계를 포함하며, 상기 목적지 주소 그룹은 적어도 하나의 스파인 스위치에 매칭되며, 기 설정된 분류 기준을 만족하는 하나 이상의 목적지 주소를 포함하는 것을 일 특징으로 한다. 이러한 본 발명에 의하면, 리프-스�파인 구조의 소프트웨어 정의 네트워킹에 있어서, 스위치의 플로우 테이블 관리 및 패킷 처리의 효율성을 향상시키고 컨트롤러 부하를 줄일 수 있다.

(52) CPC특허분류

**H04L 47/125** (2013.01)

**H04L 49/35** (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 S0182-16-1001

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 NIPA(정보통신산업진흥원)

연구사업명 정보통신·방송 연구개발사업 (신산업창출을 위한 SW융합기술고도화 기술개발사업)

연구과제명 SDN-coordinated, 융합형 박스(Hyper-convergence in a Box)를 활용한 DevOps 기반 서비스Lifecycle 관리 자동화 소프트웨어와 SDN 기반 IoT 게이트웨이와 플랫폼 개발

기여율 1/1

주관기관 아토리서치(주)

연구기간 2014.07.01 ~ 2017.03.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

리프-스파인 구조의 소프트웨어 정의 네트워킹에서 컨트롤러 서버가 패킷의 전송을 제어하는 방법에 있어서, 네트워크 장비로부터 패킷-인 메시지를 수신하는 단계;

상기 네트워크 장비가 리프 스위치인지 스파인 스위치인지 판단하는 단계;

상기 판단 결과 및 상기 패킷의 목적지가 속해있는 목적지 주소 그룹을 이용하여 상기 패킷의 목적지 주소에 대응되는 목적지 기반 플로우 룰을 생성하는 단계;

상기 목적지 기반 플로우 룰을 상기 네트워크 장비에 전송하는 단계를 포함하며,

상기 목적지 주소 그룹은 적어도 하나의 스파인 스위치에 매칭되어 각 스파인 스위치가 자신에게 매칭된 목적지 주소 그룹에 속한 목적지 주소를 갖는 패킷을 처리할 수 있도록 분류된 것을 특징으로 하는 패킷 전송 제어 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 목적지 기반 플로우 룰 생성 단계는

상기 네트워크 장비가 리프 스위치이면, 상기 패킷의 목적지 주소가 상기 네트워크 장비에 연결된 호스트의 주소와 일치하는지 판단하는 단계;

상기 판단 결과 일치하면, 상기 호스트로 상기 패킷을 전송하도록 규정한 제 1 플로우 룰을 생성하는 단계;

상기 판단 결과 일치하지 않으면, 상기 목적지 주소를 포함하는 목적지 주소 그룹을 확인하고, 상기 확인된 목적지 주소 그룹에 매칭되는 스파인 스위치로 상기 패킷을 전송하도록 규정한 제 2 플로우 룰을 생성하는 단계를 포함하며,

상기 제 1 플로우 룰은 상기 제 2 플로우 룰보다 높은 우선순위를 갖는 패킷 전송 제어 방법.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 목적지 주소 그룹이 복수 개의 스파인 스위치에 매칭된 경우,

상기 제 2 플로우 룰 생성 단계는,

상기 목적지 주소 그룹에 대응되는 그룹 식별자를 포함하는 플로우 룰을 생성하는 단계를 포함하며,

상기 그룹 식별자는 기 생성된 그룹 엔트리(Group entry) 중 어느 하나에 대응되는 패킷 전송 제어 방법.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

로드 밸런싱을 수행하는 경우,

상기 그룹 엔트리는 버킷 웨이트(Bucket Weight)에 따라 출력 포트를 달리하도록 설정된 패킷 전송 제어 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 목적지 기반 플로우 룰 생성 단계는

상기 네트워크 장비가 스파인 스위치이면, 상기 패킷의 목적지 주소가 상기 스파인 스위치에 매칭되는 목적지 주소 그룹에 포함되는지 판단하는 단계;

상기 판단 결과 포함되어 있으면, 상기 패킷의 목적지 호스트에 연결된 리프 스위치로 상기 패킷을 전송하도록 규정한 플로우 룰을 생성하는 단계를 포함하는 패킷 전송 제어 방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

제 1 스파인 스위치와 제 1 리프 스위치 사이의 링크에 장애가 발생한 경우,

상기 목적지 기반 플로우 룰 생성 단계는

상기 네트워크 장비가 상기 제 1 리프 스위치이면, 장애가 발생하지 않은 제 2 스파인 스위치로 상기 패킷을 전송하도록 규정한 플로우 룰을 생성하는 단계;

상기 네트워크 장비가 상기 제 2 스파인 스위치이면, 상기 패킷의 목적지 호스트에 연결된 리프 스위치로 상기 패킷을 전송하도록 규정한 플로우 룰을 생성하는 단계를 포함하는 패킷 전송 제어 방법.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

기 설정된 조건을 만족하는 패킷에 대하여 트래픽 관리 기능을 수행하는 경우,

기 설정된 조건에 대응되는 액션(action)을 포함하는 트래픽 관리 플로우 룰을 생성하고, 상기 트래픽 관리 플로우 룰을 상기 네트워크 장비에 전송하는 단계를 더 포함하며,

상기 트래픽 관리 플로우 룰은 상기 목적지 기반 플로우 룰보다 높은 우선순위를 갖는 패킷 전송 제어 방법.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

기 설정된 조건을 만족하는 패킷에 대하여 성능 보장 기능을 수행하는 경우,

기 설정된 조건에 대응되는 액션(action)을 포함하는 성능 보장 플로우 룰을 생성하고, 상기 성능 보장 플로우 룰을 상기 네트워크 장비에 전송하는 단계를 더 포함하며,

상기 성능 보장 플로우 룰은 기 생성된 미터 엔트리(Meter Entry)에 대응되는 미터 식별자(Meter Identifier)를 포함하며, 상기 목적지 기반 플로우 룰보다 높은 우선순위를 갖는 패킷 전송 제어 방법.

#### 청구항 9

제1항에 있어서,

멀티 테넌트(Multi Tenant)를 지원하는 경우,

출발지 호스트로부터 패킷을 수신한 제 1 네트워크 장비가 상기 출발지 호스트에 대응되는 테넌트 식별정보를 상기 패킷에 삽입(push)하고 상기 컨트롤러 서버에 상기 패킷을 전송하도록 규정한 멀티 테넌트 지원 플로우 룰을 생성하고, 이를 상기 제 1 네트워크 장비로 전송하는 단계;

목적지 호스트와 연결된 제 2 네트워크 장비가 상기 테넌트 식별정보를 제거(pop/strip)하고 상기 목적지 호스트에 상기 패킷을 전송하도록 규정한 멀티 테넌트 지원 플로우 룰을 생성하고, 이를 상기 제 2 네트워크 장비로 전송하는 단계를 더 포함하며,

상기 멀티 테넌트 지원 플로우 룰은 상기 목적지 기반 플로우 룰보다 높은 우선순위를 갖는 패킷 전송 제어 방법.

### 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 테넌트 식별 정보는

상기 플로우 룰의 VLAN, MPLS, VxLAN 또는 출발지 맥(MAC)주소 필드 중 어느 하나를 이용하여 표시되는 패킷 전송 제어 방법.

### 청구항 11

리프-스파인 구조의 소프트웨어 정의 네트워킹에서 네트워크 장비가 패킷을 전송하는 방법에 있어서,

상기 네트워크 장비에 저장된 플로우 테이블(Flow table)에서 수신된 패킷의 목적지에 대응되는 목적지 기반 플로우 룰을 확인하는 단계;

상기 목적지 기반 플로우 룰에 따라 상기 패킷을 처리하는 단계를 포함하며,

상기 목적지 기반 플로우 룰은 상기 네트워크 장비가 리프 스위치인지 스파인 스위치인지 여부 및 상기 패킷의 목적지가 속해있는 목적지 주소 그룹을 이용하여 생성되며, 상기 목적지 주소 그룹은 적어도 하나의 스파인 스위치에 매칭되어 각 스파인 스위치가 자신에게 매칭된 목적지 주소 그룹에 속한 목적지 주소를 갖는 패킷을 처리할 수 있도록 분류된 것을 특징으로 하는 네트워크 장비의 패킷 전송 방법.

### 청구항 12

리프-스파인 구조의 소프트웨어 정의 네트워킹에서 패킷의 전송을 제어하는 컨트롤러 서버에 있어서,

네트워크 장비 및 호스트와 통신하는 통신부;

상기 네트워크 장비로부터 패킷-인 메시지를 수신하면, 상기 네트워크 장비가 리프 스위치인지 스파인 스위치인지 판단하고, 상기 판단 결과 및 상기 패킷의 목적지가 속해있는 목적지 주소 그룹을 이용하여 상기 패킷의 목적지 주소에 대응되는 목적지 기반 플로우 룰을 생성하고, 상기 목적지 기반 플로우 룰을 상기 네트워크 장비에 전송하는 제어부를 포함하며,

상기 목적지 주소 그룹은 적어도 하나의 스파인 스위치에 매칭되어 각 스파인 스위치가 자신에게 매칭된 목적지 주소 그룹에 속한 목적지 주소를 갖는 패킷을 처리할 수 있도록 분류된 것을 특징으로 하는 컨트롤러 서버.

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 패킷 전송 제어 방법 및 장치에 관한 것으로, 보다 자세하게는 리프-스파인 구조의 소프트웨어 정의 네트워킹에서 목적지를 기반으로 패킷 전송을 제어하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

- [0003] SDN(Software Defined Networking, 소프트웨어 정의 네트워킹, 이하 SDN이라 칭함) 기술은 네트워크의 모든 네트워크 장비를 지능화된 중앙관리시스템에 의해 관리하는 기술을 의미한다. SDN 기술에서는 기존 하드웨어 형태의 네트워크 장비에서 자체적으로 수행하는 패킷 처리와 관련된 제어 동작을 소프트웨어 형태로 제공되는 컨트롤러가 대신하여 처리하게 함으로써, 기존의 네트워크 구조보다 다양한 기능을 개발하고 부여할 수 있다는 장점을 갖는다.
- [0004] SDN 시스템은 일반적으로 전체 네트워크를 제어하는 컨트롤러 서버와, 상기 컨트롤러 서버에 의해 제어되며 패킷을 처리하는 복수의 오픈플로우 스위치와, 오픈플로우 스위치의 하위 계층에 해당하는 호스트를 포함하여 구성된다. 여기에서 오픈플로우 스위치는 패킷의 송수신 기능만을 담당하게 되고, 패킷의 경로 설정, 관리 및 제어는 모두 컨트롤러 서버에서 이루어진다. 즉, 네트워크 장비를 이루는 Data Plane과 Control Plane을 분리하는 것이 SDN 시스템의 기본 구조라 볼 수 있다.
- [0005] 오픈플로우 스위치에는 패킷을 규정 및 처리하고, 패킷에 관련된 통계 정보를 포함하는 하나 이상의 플로우 테이블(Flow table)이 존재하며, 플로우 테이블은 대개 TCAM(Ternary Content Addressable Memory)을 사용하여 지원된다.
- [0006] 플로우 테이블은 패킷 처리를 규정하는 플로우 룰(Flow Rule)(또는 플로우 엔트리(Flow Entry)로 구성되는데, 오픈플로우 스위치에서는 하드웨어적으로 플로우 엔트리를 구현해야 하므로, 플로우 엔트리가 많아져 TCAM과 같은 하드웨어의 지원 범위를 넘어가면 속도가 급격히 감소하게 되는 문제가 있다. 따라서, SDN 환경에서는 플로우 엔트리를 줄이는 것이 매우 중요한 이슈이며, 이는 오픈플로우 스위치의 패킷 처리의 효율성과 직결되는 문제이기도 하다.
- [0007] 한편, 네트워크에서 리프-스파인 구조(Leaf-Spine Architecture)는 전통적인 3계층 구조와는 다르게 스위치를 2계층으로 구성한 것으로, 모든 통신이 2 홉(hop) 내에서 이루어지는 특징이 있다. 이러한 구조는 확장성이 뛰어나고 효율적인 것으로 알려져 있으며, 그 결과 최근의 데이터 센터들은 리프-스파인 네트워크로 그 구조를 변환하는 추세에 있다. 전술한 플로우 엔트리 관리 문제는 리프-스파인 구조에도 동일하게 존재하므로, 플로우 엔트리의 개수를 최소화 할 수 있으면서도 리프-스파인 구조의 네트워크에 최적화된 패킷 전송 제어 방안이 요구된다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0009] 본 발명은 전술한 문제를 해결하기 위한 것으로, 리프-스파인 구조의 소프트웨어 정의 네트워킹에 있어서, 스위치의 플로우 테이블 관리 및 패킷 처리의 효율성을 향상시키고 컨트롤러 부하를 줄일 수 있는 목적지 기반의 패킷 전송 제어 방법 및 장치를 제공하는 것을 일 목적으로 한다.
- [0010] 또한, 본 발명은 리프-스파인 구조의 소프트웨어 정의 네트워킹에 있어서, 트래픽 스티어링(Traffic Steering), 접근 제어 목록(Access Control List), QoS(Quality of Service) 정책 기반의 트래픽 관리가 가능한 목적지 기반의 패킷 전송 제어 방법 및 장치를 제공하는 것을 다른 목적으로 한다.
- [0011] 또한, 본 발명은 리프-스파인 구조의 소프트웨어 정의 네트워킹에 있어서, 멀티 테넌트(Multi Tenant)를 지원할 수 있는 목적지 기반의 패킷 전송 제어 방법 및 장치를 제공하는 것을 다른 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

- [0012] 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명은 리프-스파인 구조의 소프트웨어 정의 네트워킹에서 컨트롤러 서버가 패킷의 전송을 제어하는 방법에 있어서, 네트워크 장비로부터 패킷-인 메시지를 수신하는 단계, 상기 네트워크 장비가 리프 스위치인지 스파인 스위치인지 판단하는 단계, 상기 판단 결과 및 목적지 주소 그룹을 이용하여 상기 패킷의 목적지 주소에 대응되는 목적지 기반 플로우 룰을 생성하는 단계, 상기 목적지 기반 플로우 룰을 상기 네트워크 장비에 전송하는 단계를 포함하며, 상기 목적지 주소 그룹은 적어도 하나의 스파인 스위치에 매칭되며, 기 설정된 분류 기준을 만족하는 하나 이상의 목적지 주소를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.
- [0013] 또한, 본 발명은 리프-스파인 구조의 소프트웨어 정의 네트워킹에서 네트워크 장비가 패킷을 전송하는 방법에 있어서, 상기 네트워크 장비에 저장된 플로우 테이블(Flow table)에서 수신된 패킷의 목적지에 대응되는 목적지

기반 플로우 룰을 확인하는 단계, 상기 목적지 기반 플로우 룰에 따라 상기 패킷을 처리하는 단계를 포함하며, 상기 목적지 기반 플로우 룰은 상기 네트워크 장비가 리프 스위치인지 스파인 스위치인지 여부 및 목적지 주소 그룹을 이용하여 생성되며, 상기 목적지 주소 그룹은 적어도 하나의 스파인 스위치에 매칭되며, 기 설정된 분류 기준을 만족하는 하나 이상의 목적지 주소를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.

[0014] 또한, 본 발명은 소프트웨어 정의 네트워킹 환경에서 패킷의 전송을 제어하는 컨트롤러 서버에 있어서, 네트워크 장비 및 호스트와 통신하는 통신부, 상기 네트워크 장비로부터 패킷-인 메시지를 수신하면, 상기 네트워크 장비가 리프 스위치인지 스파인 스위치인지 판단하고, 상기 판단 결과 및 목적지 주소 그룹을 이용하여 상기 패킷의 목적지 주소에 대응되는 목적지 기반 플로우 룰을 생성하고, 상기 목적지 기반 플로우 룰을 상기 네트워크 장비에 전송하는 제어부를 포함하며, 상기 목적지 주소 그룹은 적어도 하나의 스파인 스위치에 매칭되며, 기 설정된 분류 기준을 만족하는 하나 이상의 목적지 주소를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.

**발명의 효과**

[0016] 전술한 바와 같은 본 발명에 의하면, 리프-스파인 구조의 소프트웨어 정의 네트워킹에 있어서, 스위치의 플로우 테이블 관리 및 패킷 처리의 효율성을 향상시키고 컨트롤러 부하를 줄일 수 있다.

[0017] 또한, 본 발명에 의하면 리프-스파인 구조에서 목적지 기반의 패킷 처리를 수행하면서도 트래픽 스티어링(Traffic Steering), 접근 제어 목록(Access Control List), QoS(Quality of Service) 정책 기반의 트래픽 관리가 가능하다. 뿐만 아니라, 적은 수의 플로우 엔트리만으로 로드 밸런싱(Load Balancing)을 수행할 수 있어, 링크 사용의 효율성이 증대된다.

[0018] 또한, 본 발명에 의하면 리프-스파인 구조에서 목적지 기반의 패킷 처리를 수행하면서도 멀티 테넌트를 지원할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0020] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 의한 리프-스파인 구조의 소프트웨어 정의 네트워킹 환경을 설명하기 위한 도면,

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 의한 패킷 전송 제어 방법을 설명하기 위한 흐름도,

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 의한 목적지 기반 플로우 룰 생성 방법을 설명하기 위한 도면,

도 4는 본 발명의 일 실시 예에 의한 목적지 기반 플로우 룰 생성 방법을 설명하기 위한 도면,

도 5는 본 발명의 일 실시 예에 의한 링크 장애 발생 시의 패킷 전송 제어 방법을 설명하기 위한 도면

도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 로드 밸런싱 수행 방법을 설명하기 위한 도면,

도 7은 본 발명의 일 실시 예에 의한 트래픽 관리 기능 수행 방법을 설명하기 위한 도면,

도 8은 본 발명의 일 실시 예에 의한 멀티 테넌트 지원 방법을 설명하기 위한 도면,

도 9는 본 발명의 일 실시 예에 의한 컨트롤러 서버의 구성을 설명하기 위한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0021] 전술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 후술되며, 이에 따라 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 상세한 설명을 생략한다.

[0022] 도면에서 동일한 참조부호는 동일 또는 유사한 구성요소를 가리키는 것으로 사용되며, 명세서 및 특허청구의 범위에 기재된 모든 조합은 임의의 방식으로 조합될 수 있다. 그리고 다른 식으로 규정하지 않는 한, 단수에 대한 언급은 하나 이상을 포함할 수 있고, 단수 표현에 대한 언급은 또한 복수 표현을 포함할 수 있음이 이해되어야 한다.

[0023] 본 명세서에서 사용되는 용어는 단지 특정 예시적 실시 예들을 설명할 목적을 가지고 있으며 한정할 의도로 사용되는 것이 아니다. 본 명세서에서 사용된 바와 같은 단수적 표현들은 또한, 해당 문장에서 명확하게 달리 표시하지 않는 한, 복수의 의미를 포함하도록 의도될 수 있다. 용어 "및/또는," "그리고/또는"은 그 관련되어 나

열되는 항목들의 모든 조합들 및 어느 하나를 포함한다. 용어 "포함한다", "포함하는", "포함하고 있는", "구비하는", "갖는", "가지고 있는" 등은 내포적 의미를 갖는바, 이에 따라 이러한 용어들은 그 기재된 특징, 정수, 단계, 동작, 요소, 및/또는 컴포넌트를 특정하며, 하나 이상의 다른 특징, 정수, 단계, 동작, 요소, 컴포넌트, 및/또는 이들의 그룹의 존재 혹은 추가를 배제하지 않는다. 본 명세서에서 설명되는 방법의 단계들, 프로세스들, 동작들은, 구체적으로 그 수행 순서가 확정되는 경우가 아니라면, 이들의 수행을 논의된 혹은 예시된 그러한 특정 순서로 반드시 해야 하는 것으로 해석해서는 안 된다. 추가적인 혹은 대안적인 단계들이 사용될 수 있음을 또한 이해해야 한다.

- [0024] 또한, 각각의 구성요소는 각각 하드웨어 프로세서로 구현될 수 있고, 위 구성요소들이 통합되어 하나의 하드웨어 프로세서로 구현될 수 있으며, 또는 위 구성요소들이 서로 조합되어 복수 개의 하드웨어 프로세서로 구현될 수도 있다.
- [0025] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0026] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 의한 리프-스파인 구조의 소프트웨어 정의 네트워킹 환경을 설명하기 위한 도면이다. 도 1을 참조하면, 리프-스파인 구조의 소프트웨어 정의 네트워킹(Software Defined Networking)은 컨트롤러 서버(100), 네트워크 장비(200) 및 호스트(300)를 포함할 수 있다. 네트워크 장비(200)와 호스트(300)는 노드(Node)라고 지칭할 수 있으며, 링크(Link)는 2개의 노드 사이의 연결을 의미할 수 있다.
- [0027] 컨트롤러 서버(100)는 네트워크 장비(200)를 관리하는 기능을 하는 것으로, 복수의 네트워크 장비(200)를 중앙 집중형으로 관리 및 제어한다. 구체적으로 컨트롤러 서버(100)는 토폴로지 관리(Topology management), 패킷 처리와 관련된 경로 관리(Path management), 링크 디스커버리(Link discovery), 패킷 흐름인 플로우 관리(Flowmanagement) 등의 기능을 하는 소프트웨어가 탑재된 형태로 구현될 수 있다.
- [0028] 네트워크 장비(200)는 컨트롤러 서버(100)의 제어에 따라 패킷을 처리하는 기능을 한다. 네트워크 장비(200)의 예로는 이동 통신 기지국, 기지국 제어기, 게이트웨이 장비, 유선 네트워크의 스위치, 라우터 등이 있다. 다만 리프-스파인 구조는 전술한 바와 같이 2계층으로 구성되는 바, 설명의 편의를 위해 이하에서는 네트워크 장비(200)가 오픈플로우 스위치인 경우를 중심으로 설명하고, 스파인 레이어의 네트워크 장비를 스파인 스위치(200a), 리프 레이어의 네트워크 장비를 리프 스위치(200b)로 명명하도록 한다.
- [0029] 리프-스파인 구조에서 각 노드는 이분 그래프(Bipartite Graph)를 구성한다. 즉, 스파인 스위치(200a)는 리프 스위치(200b)와 연결되며, 스파인 스위치(200a)간 또는 리프 스위치(200b)간에는 링크가 형성되지 않는다. 네트워크 토폴로지가 리프-스파인 구조인지 여부를 판단하는 방법은 링크의 일 노드에 두 개 코드(A, B) 중 하나의 코드(A)를 부여하고, 해당 링크를 통해 연결된 이웃 노드에 다른 코드(B)를 부여하는 것을 반복함으로써, 링크로 연결된 두 개 노드에 같은 코드가 부여되는지 여부를 확인함으로써 수행될 수 있다. 이러한 방법은 종래에 개시되어 있으므로 추가적인 설명은 생략한다.
- [0030] 따라서 본 발명의 일 실시 예에 따른 컨트롤러 서버(100)는 네트워크 토폴로지가 리프-스파인 구조인지 여부를 판단하여, 각 노드가 이분 그래프를 구성하는 경우에만 하기의 패킷 전송 방법에 따른 플로우 룰을 생성하도록 할 수 있다.
- [0031] 즉, 도면에 도시되지는 않았으나, 컨트롤러 서버(100)는 네트워크 토폴로지를 분석하고 분석 결과를 이용하여 네트워크 토폴로지에 가장 적합한 방식으로 플로우 룰을 생성할 수 있으며, 리프-스파인 구조에서는 보다 간단한 플로우 관리가 가능하므로 네트워크 토폴로지가 리프-스파인 구조인 것으로 확인되면 하기 리프-스파인 구조에 최적화된 목적지 기반 플로우 룰을 생성하여 네트워크를 관리할 수 있다.
- [0032] 소프트웨어 정의 네트워킹에서 컨트롤러 서버(100)와 오픈플로우 스위치(200)는 상호간 정보를 주고받아야 하며, 이를 위한 프로토콜로 널리 사용되는 것이 오픈플로우(OpenFlow) 프로토콜이다. 즉, 오픈플로우 프로토콜은 컨트롤러 서버(100)와 오픈플로우 스위치(200)간 서로 통신할 수 있는 표준 규격이다.
- [0033] 보다 구체적으로 설명하면, 오픈플로우 스위치(200)는 크게 소프트웨어 계층과 하드웨어 계층으로 구분된다. 상기 소프트웨어 계층은 보안 채널(Secure Channel)을 통해 컨트롤러 서버(100)와 정보를 교환한다. 상기 보안 채널은 오픈플로우 스위치(200)와 원거리에 위치한 컨트롤러 서버(100) 간 통신 채널이며, 컨트롤러 서버(100)와 오픈플로우 스위치(200)간 교환되는 정보는 암호화된다. 상기 하드웨어 계층에는 패킷을 규정 및 처리하고, 패킷에 관련된 통계 정보를 포함하는 플로우 테이블(Flow table)이 존재한다. 상기 플로우 테이블은 패킷 처리를 규정하는 플로우 룰(Flow Rule)로 구성되며, 상기 플로우 룰은 컨트롤러 서버(100)가 생성하여 오픈플로우 스위치(200)에 전송하는 플로우 모드 메시지(Flow-Mod Message)에 의해 추가, 수정 또는 삭제될 수 있다. 오픈플로

우 스위치(200)는 상기 플로우 테이블을 참조하여 패킷을 처리한다.

- [0034] 플로우 테이블을 이루는 각 행을 플로우 엔트리(Flow Entry)라고 칭하며, 플로우 엔트리는 크게 플로우를 정의하는 패킷 헤더 정보(Match Field), 패킷의 처리를 정의하는 동작 정보(Action) 및 플로우별 통계정보(Stats)를 포함할 수 있다.
- [0035] 본 발명의 명세서에서 플로우 룰(Flow rule)은 해당 업계의 통상의 기술자 입장에서 소프트웨어 정의 네트워킹에서 컨트롤러 서버가 적용하는 네트워크 정책을 의미하는 것으로 이해될 뿐 아니라, 컨트롤러 서버에서 생성된 네트워크 정책에 따른 플로우 엔트리를 의미하는 것으로 해석될 수 있음에 유의한다.
- [0036] 호스트(300)는 오픈플로우 스위치(200)의 하위 계층에 해당하는 단말 등을 의미하는 것으로, 클라이언트 및 서버를 통칭하는 의미로 사용될 수 있다. 호스트(300)는 소프트웨어 정의 네트워킹을 통해 다른 호스트에 보내기 위한 패킷을 생성하고, 상기 패킷을 네트워크 인터페이스의 포트를 통해 오픈플로우 스위치(200)로 전송할 수 있다. 특별히 리프-스파인 구조에서 호스트(300)는 리프 스위치(200b)에만 연결되는 것으로 이해될 수 있다.
- [0037] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 의한 패킷 전송 제어 방법을 설명하기 위한 흐름도이다. 리프-스파인 구조의 소프트웨어 정의 네트워킹 환경에서 네트워크 장비가 호스트 또는 다른 네트워크 장비로부터 패킷을 수신하면(S100), 네트워크 장비는 수신한 패킷에 매칭되는 플로우 룰이 플로우 테이블에 존재하는 지 여부를 판단할 수 있다(S200). 판단 결과, 패킷에 대응되는 플로우 룰이 플로우 테이블에 존재하지 않으면, 네트워크 장비는 패킷-인 메시지(Packet-in Message)를 컨트롤러 서버에 전송할 수 있다(S300).
- [0038] 본 발명의 일 실시 예에서 컨트롤러 서버는 네트워크 장비로부터 패킷-인 메시지를 수신하면(S300), 네트워크 장비가 리프스위치인지 스파인 스위치인지 판단할 수 있다(S400). 그리고 컨트롤러 서버는 단계 S400에서의 판단 결과와 목적지 주소 그룹을 이용하여 패킷의 목적지 주소에 대응되는 목적지 기반 플로우 룰을 생성하고(S500), 이를 각각의 네트워크 장비에 전송할 수 있다(S600).
- [0039] 여기서 목적지 주소 그룹은 기 설정된 분류 기준에 따라 목적지 주소를 분류하여 생성되는 것으로, 적어도 하나의 스파인 스위치에 매칭되며, 기 설정된 분류 기준을 만족하는 하나 이상의 목적지 주소를 포함한다.
- [0040] 예를 들어, 컨트롤러 서버가 목적지 주소의 일 옥텟을 이용하여 목적지 주소를 두 개 그룹으로 분류하는 경우를 가정하자. 목적지 IP 주소의 세 번째 옥텟을 홀수/짝수로 구분하면, 모든 목적지 주소는 제 1 그룹(\*.\*.1.\*, \*.\*.3.\*, \*.\*.5.\*, ...)과 제 2 그룹(\*.\*.2.\*, \*.\*.4.\*, \*.\*.6.\*, ...)으로 분류될 수 있다. 각 그룹은 적어도 하나의 스파인 스위치에 매칭될 수 있는데, 예를 들어 도 1의 스파인 스위치(S1)에는 제 1 그룹, 스파인 스위치(S2)에는 제 2 그룹이 매칭될 수 있다. 이렇게 매칭된 목적지 주소 그룹은 목적지 기반 플로우 룰 생성에 활용되며, 목적지 기반 플로우 룰은 각 스파인 스위치가 자신에게 매칭된 목적지 주소 그룹에 포함되는 패킷만을 처리하도록 규정한 플로우 룰일 수 있다.
- [0041] 또 다른 실시 예로, 목적지 주소 그룹은 목적지 주소의 마지막 비트 값을 이용하여 생성될 수 있다. 즉, 목적지 IP 주소의 마지막 비트가 0인지 1인지 여부에 따라 목적지 IP주소는 두 개 그룹으로 분류될 수 있다.
- [0042] 이밖에도, 목적지 주소 그룹은 분류 기준에 따라 서로 다른 목적지 주소 집합을 포함할 수 있으며, 그룹의 개수도 설정에 따라 달라질 수 있다. 본 발명의 명세서에 기재된 목적지 그룹의 실시 예들은 일 실시 예에 불과하며, 목적지 주소 그룹을 생성하기 위한 목적지 주소 분류 기준 및 그룹 설정은 네트워크 관리자 및/또는 사용자에게 의해 얼마든지 달라질 수 있음에 유의한다.
- [0043] 도 2에는 패킷-인 메시지를 전송한 네트워크 장비에 목적지 기반 플로우 룰을 전송하는 예시(S600)만 도시되어 있으나, 컨트롤러 서버와 연결된 하나 이상의 네트워크 장비에 목적지 기반 플로우 룰을 전송할 수 있다.
- [0044] 컨트롤러 서버가 목적지 기반 플로우 룰을 네트워크 장비로 전송하면(S600), 네트워크 장비는 수신된 목적지 기반 플로우 룰을 플로우 테이블에 추가할 수 있다(S700). 보다 구체적으로, 단계 S600 및 S700에서의 목적지 기반 플로우 룰은 플로우 모드 메시지(Flow-Mod Message)에 의해 상기 네트워크 장비의 플로우 테이블에 추가 또는 수정될 수 있다.
- [0045] 전송한 단계 S300 내지 S700에 의하여, 네트워크 장비의 플로우 테이블에 단계 S100에서 수신된 패킷에 대한 플로우 룰이 존재하면, 네트워크 장비는 네트워크 장비에 저장된 플로우 테이블(Flow table)에서 수신된 패킷의 목적지에 대응되는 목적지 기반 플로우 룰을 확인하고(S800), 저장된 목적지 기반 플로우 룰에 따라 패킷을 처리할 수 있다(S900).

[0046] 이하에서는 도 1, 도 3 및 도 4를 참조하여 단계 S500의 목적지 기반 플로우 룰 생성 방법을 보다 자세하게 설명하기로 한다.

[0047] 도 3은 단계 S400에서 네트워크 장비가 리프 스위치로 판단된 경우의 일 실시 예이다. 네트워크 장비가 리프 스위치이면, 단계 S500에서 컨트롤러 서버는 패킷의 목적지 주소가 네트워크 장비에 연결된 호스트의 주소와 일치하는지 판단하고(S501). 판단 결과 일치하면, 호스트로 패킷을 전송하도록 규정한 제 1 플로우 룰을 생성할 수 있다(S503). 만일 단계 S501의 판단 결과 일치하지 않으면, 목적지 주소를 포함하는 목적지 주소 그룹을 확인하고(S505), 확인된 목적지 주소 그룹에 매칭되는 스파인 스위치로 패킷을 전송하도록 규정한 제 2 플로우 룰을 생성할 수 있다(S507). 이 때, 제 1 플로우 룰은 제 2 플로우 룰보다 높은 우선순위를 가질 수 있다.

[0048] 도 4는 단계 S400에서 네트워크 장비가 스파인 스위치로 판단된 경우의 일 실시 예이다. 네트워크 장비가 스파인 스위치이면, 단계 S500에서 컨트롤러 서버는 패킷의 목적지 주소가 스파인 스위치에 매칭되는 목적지 주소 그룹에 포함되는지 판단하고(S530), 판단 결과 포함되어 있으면, 패킷의 목적지 호스트에 연결된 리프 스위치로 패킷을 전송하도록 규정한 플로우 룰을 생성할 수 있다(S535).

[0049] 목적지 IP 주소의 세 번째 옥텟의 홀수/짝수 여부에 따라 목적지 주소를 두 개 목적지 주소 그룹으로 분류한 경우의 실시 예에서, 도 1의 스파인 스위치(S2) 및 리프 스위치(L3)에 전송되는 목적지 기반 플로우 룰을 살펴보기로 한다.

[0050] 먼저, 제 1 목적지 주소 그룹은 목적지 IP 주소의 세 번째 옥텟이 홀수인 목적지 주소를 포함하고, 제 2 목적지 주소 그룹은 목적지 IP 주소의 세 번째 옥텟이 짝수인 목적지 주소를 포함하도록 분류된 경우를 가정하자. 다음으로, 스파인 스위치(S1)에는 제 1 목적지 주소 그룹이 매칭되고, 스파인 스위치(S2)에는 제 2 목적지 주소 그룹이 매칭되었다고 가정한다.

[0051] 리프-스�파인 구조에서 호스트(300)는 리프 스위치(200b)에만 연결되므로, 호스트가 전송하는 패킷은 최초에 리프 스위치(200b)가 수신하는 것으로 이해될 수 있다. 새로운 목적지를 갖는 패킷에 대한 패킷-인 메시지는 리프 스위치에서 컨트롤러 서버로 전송될 수 있으며, 이에 따라 각각의 네트워크 장비(200)에 목적지 기반 플로우 룰이 전송된 경우, 스파인 스위치(S2)와 리프 스위치(L3)에 저장되는 플로우 테이블의 일 실시 예는 아래 [표 1] 및 [표 2]와 같다.

[0052] 먼저, [표 1]은 스파인 스위치(S2)에 저장된 플로우 테이블의 일 실시 예이다. 참고로, 설명의 편의를 위하여 이하에 표기된 플로우 테이블의 실시 예에서 본 발명과 관련성이 적은 구성요소들은 생략된 것으로 이해될 수 있다.

[0053]

표 1

[0054]

N o	목적지 IP (Dst IP)	액션 (Action)	우선순위 (Priority)
1	10.0.2.5	Output: 3	10000
2	10.0.4.2	Output: 1	10000
3	10.0.4.4	Output: 2	10000

[0056] 전술한 본 실시 예의 가정에서, 스파인 스위치(S2)에는 목적지 IP 주소의 세 번째 옥텟이 짝수인 목적지 주소를 포함하는 제 2 목적지 주소 그룹이 매칭되므로, 스파인 스위치(S2)는 목적지 IP 주소의 세 번째 옥텟이 짝수인 목적지 주소에 대한 패킷만을 처리하도록 설정될 수 있다. 즉, 본 실시 예에서 컨트롤러 서버(100)는 패킷의 목적지 주소의 세 번째 옥텟이 짝수이면, 해당 패킷에 대한 플로우 룰을 스파인 스위치(S2)에 전송할 수 있다. 만약 패킷의 목적지 주소의 세 번째 옥텟이 홀수이면, 컨트롤러 서버(100)는 해당 패킷에 대한 플로우 룰을 스파인 스위치(S1)에 전송할 것이다.

[0057] [표 2]는 리프 스위치(L3)에 저장된 플로우 테이블의 일 실시 예이다. [표 2]를 참조하면, IP 주소가 10.0.2.5인 호스트(300)는 리프 스위치(L3)에 연결되어 있으므로, 리프 스위치(L3)은 목적지 주소가 10.0.2.5인 패킷을 호스트(300)로 전송하는 플로우 엔트리(1)를 포함하며, 이는 다른 플로우 엔트리보다 높은 우선순위를 갖는다.

[0058] 컨트롤러 서버(100)는 리프 스위치(L3)에 수신된 패킷의 목적지 주소가 리프 스위치(L3)에 연결된 호스트(300)의 주소와 일치하지 않으면, 상기 패킷의 목적지 주소를 포함하는 목적지 주소 그룹을 확인 할 수 있다(S505).

만약 패킷의 목적지 주소가 10.0.1.1인 경우, 목적지 주소의 세 번째 옥텟은 홀수 이므로, 패킷의 목적지 주소를 포함하는 목적지 주소 그룹은 제 1 목적지 주소 그룹이 될 것이다. 컨트롤러 서버(100)는 제 1 목적지 주소 그룹에 매칭되는 스파인 스위치(S1)으로 패킷을 전송하도록 규정한 플로우 룰을 생성하여 리프 스위치(L3)으로 전송하며, 이에 따른 플로우 엔트리는 [표 2]의 플로우 엔트리(2)와 같다.

표 2

[0060]

N o	목적지 IP (Dst IP)	액션 (Action)	우선순위 (Priority)
1	10.0.2.5	Output: 1	20000
2	10.0.1.*	Output: 3	10000
3	10.0.2.*	Output: 4	10000
4	10.0.3.*	Output: 3	10000
5	10.0.4.*	Output: 4	10000

[0062]

[표 2]를 참조하면, 리프 스파인(L3)은 목적지 주소의 세 번째 옥텟이 홀수인 패킷은 스파인 스위치(S1), 목적지 주소의 세 번째 옥텟이 짝수인 패킷은 스파인 스위치(S2)로 전달한다. 이렇게 전달된 패킷을 수신하는 각 스파인 스위치(S1, S2)는 목적지 호스트와 연결된 리프 스위치와의 링크를 포함하는 바, 목적지 주소를 참조하여 목적지 호스트와 연결된 리프 스위치로 패킷을 전송할 것이다. 따라서, 본 발명의 일 실시 예에 따른 목적지 기반 플로우 룰에 의하면, 목적지 주소만으로 목적지 호스트에 패킷을 전달할 수 있으며, 각 스파인 스위치는 매칭된 목적지 주소 그룹에 대응되는 패킷만을 송수신하므로 패킷 처리의 효율성이 증가한다.

[0063]

참고로, 리프-스�파인 구조에서 스파인 스위치의 플로우 엔트리 수는 관리하는 대역의 호스트 수 일 수 있으며, 리프 스위치의 플로우 엔트리 수는 리프 스위치에 연결된 호스트 수에 스파인 스위치가 관리하는 대역의 수를 더한 값일 수 있다.

[0064]

이하에서는 도 5를 참조하여, 본 발명의 일 실시 예에 의한 링크 장애 발생 시의 패킷 전송 제어 방법을 설명한다.

[0065]

먼저 본 발명의 일 실시 예에 의한 컨트롤러 서버(100)는 제 1 스파인 스위치와 제 1 리프 스위치 사이의 링크에 장애가 발생하면, 단계 S500의 목적지 기반 플로우 룰을 생성함에 있어서, 네트워크 장비가 제 1 리프 스위치이면, 장애가 발생하지 않은 제 2 스파인 스위치로 패킷을 전송하도록 규정한 플로우 룰을 생성하고, 네트워크 장비가 제 2 스파인 스위치이면, 패킷의 목적지 호스트에 연결된 리프 스위치로 패킷을 전송하도록 규정한 플로우 룰을 생성하여 각 네트워크 장비에 전송한다.

[0066]

스�파인 스위치(S1)와 리프 스위치(L3)간 링크에 장애가 발생한 경우의 일 실시 예를 도시한 도 5를 참조하면 각 스위치에는 다음과 같은 목적지 기반 플로우 룰이 전송될 수 있다.

[0067]

도 5의 실시 예에 적용된 네트워킹 환경이 도 1의 실시 예와 동일한 것으로 가정하면, 정상 상태에서 리프 스위치(L3)는 목적지 주소의 세 번째 옥텟이 홀수인 패킷을 [표 2]에 따라 스파인 스위치(S1)로 전송하게 되어있다.

[0068]

그러나 도 5의 실시 예에서는 링크 장애로 인해 목적지 주소의 세 번째 옥텟이 홀수인 패킷을 스파인 스위치(S1)로 전송할 수 없다. 따라서 컨트롤러 서버(100)는 네트워크 일부에 장애가 발생하여 이를 감지하면, 장애 링크와 연결된 리프 스위치(L3)가 정상 링크로 모든 패킷을 전달하도록 규정한 플로우 룰을 생성하여 리프 스위치(L3)에 전송할 수 있으며, 이에 따른 리프 스위치(L3)의 플로우 테이블의 일 실시 예는 [표 3]과 같다.

표 3

[0070]

N o	목적지 IP (Dst IP)	액션 (Action)	우선순위 (Priority)
1	10.0.2.5	Output: 1	20000
2	10.0.1.*	Output: 4	10000
3	10.0.2.*	Output: 4	10000
4	10.0.3.*	Output: 4	10000
5	10.0.4.*	Output: 4	10000

[0072] 리프 스위치(L3)가 목적지 주소 그룹을 고려하지 않고 모든 패킷을 정상 상태인 스파인 스위치(S2)로 전송하므로, 이에 따라 컨트롤러 서버(100)는 스파인 스위치(S2)에 장애를 고려한 플로우 룰을 추가적으로 전송할 수 있으며, 이는 스파인 스위치(S2)에 저장되는 플로우 테이블의 일 실시 예인 [표 4]에 반영되어 있다.

표 4

No	목적지 IP (Dst IP)	액션 (Action)	우선순위 (Priority)
1	10.0.2.5	Output: 3	10000
2	10.0.4.2	Output: 1	10000
3	10.0.4.4	Output: 2	10000
4	10.0.1.1	Output: 1	10000
5	10.0.3.3	Output: 2	10000

[0076] [표 4]를 정상 상태에서 스파인 스위치(S2)에 저장된 플로우 테이블 [표 2]와 비교하면, [표 4]의 플로우 엔트리(4, 5)가 추가되었음을 확인할 수 있다. 스파인 스위치(S2)는 목적지 주소의 세 번째 옥텟이 짝수인 제 2 목적지 주소 그룹에 대응되는 패킷만을 처리하도록 규정되어 있으나(플로우 엔트리(1, 2, 3) 참조), 링크 장애에 따라 목적지 주소의 세 번째 옥텟이 홀수인 패킷을 추가적으로 처리하도록 제어될 수 있다.

[0077] 이와 같이, 본 발명의 일 실시 예에 따른 목적지 기반 패킷 전송 제어 방법에 의하면 장애 발생 상황에서도 종래의 출발지/목적지 기반의 패킷 전송 제어 방법에 비해 훨씬 적은 개수의 플로우 엔트리로 패킷 전송을 제어할 수 있어, 컨트롤러 서버(100) 및 네트워크 장비(200)의 플로우 테이블 관리 효율성이 높아진다.

[0078] 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 로드 밸런싱 수행 방법을 설명하기 위한 도면이다. 로드 밸런싱 수행 방법을 설명하기에 앞서, 본 발명의 일 실시 예에 따른 패킷 전송 제어 방법에 있어서, 전송한 목적지 주소 그룹이 복수개의 스파인 스위치에 매칭된 경우, 컨트롤러 서버(100)는 리프 스위치가 패킷의 목적지 주소를 포함하는 목적지 주소 그룹에 매칭되는 스파인 스위치로 패킷을 전송하도록 규정한 플로우 룰을 생성함에 있어서, 플로우 룰에 목적지 주소 그룹에 대응되는 그룹 식별자(Group Identifier)를 포함시킬 수 있다. 여기서 그룹 식별자는 기 생성된 그룹 엔트리(Group Entry) 중 어느 하나에 대응되는 것으로 이해될 수 있다.

[0079] 참고로, 그룹 테이블(Group Table)을 이루는 각 행을 그룹 엔트리라고 칭하며, 그룹 엔트리는 크게 그룹을 식별하는 그룹 식별자(Group Identifier), 그룹의 의미를 결정하는 그룹 타입(Group type), 그룹에 의해 처리되는 패킷을 나타내는 카운터(Counter), 및 액션(action)들을 포함하는 액션 버킷(Action bucket)을 포함할 수 있다.

[0080] 도 6을 참조하여 그룹 식별자를 포함하는 플로우 룰과 그룹 테이블을 이용하여 로드 밸런싱을 수행하는 방법을 설명한다. 도 6에서도 목적지 주소 그룹은 목적지 주소의 세 번째 옥텟의 홀수/짝수를 이용하여 생성된 두 개 그룹인 것으로 가정한다. 도 6의 실시 예에서는 스파인 스위치가 네 개이므로, 스파인 스위치(S1, S3)에는 제 1 목적지 주소 그룹이 매칭되고, 스파인 스위치(S2, S4)에는 제 2 목적지 주소 그룹이 매칭되었다고 가정한다.

[0081] 이 경우, 리프 스위치(L1)에 저장되는 플로우 테이블의 일 실시 예는 아래 [표 5]와 같다.

표 5

No	목적지 IP (Dst IP)	액션 (Action)	우선순위 (Priority)
1	10.0.1.1	Output: 1	20000
2	10.0.1.2	Output: 2	20000
3	10.0.1.*	Group: 1	10000
4	10.0.2.*	Group: 2	10000
5	10.0.3.*	Group: 1	10000
6	10.0.4.*	Group: 2	10000

[0084] [표 5]를 참조하면, 먼저 플로우 엔트리 (1) 및 (2)는 리프 스위치(L1)에 연결된 목적지 호스트에 관한 것이므로, 플로우 테이블 내에서 가장 높은 우선순위를 갖도록 설정될 수 있다. 플로우 엔트리 (3) 내지 (6)을 참조하면, 제 1 목적지 주소 그룹에 대응되는 플로우 엔트리 (3) 및 (5)에는 액션 필드에 그룹 식별자 1이 포함되며, 제 2 목적지 주소 그룹에 대응되는 플로우 엔트리 (4) 및 (6)에는 액션 필드에 그룹 식별자 2가 포함된다.

[0085] 리프 스위치(L1)는 플로우 엔트리의 액션에 그룹 식별자가 포함된 경우, 해당 그룹 식별자에 대응되는 그룹 엔트리를 참조하여 패킷을 처리할 수 있다. 이때, 리프 스위치(L1)에 기 저장된 그룹 테이블의 일 실시 예는 아래 [표 6]과 같다.

표 6

[0087]

그룹 테이블(Group Table)		
그룹 ID	그룹 타입	액션 버킷
1	Select	[[Bucket-Weight:10, Output:3]::[Bucket-Weight:20, Output:5]]
2	Select	[[Bucket-Weight:10, Output:4]::[Bucket-Weight:20, Output:6]]

[0089] [표 6]은 로드 밸런싱을 수행하는 경우의 그룹 테이블의 예시로, 그룹 타입인 Select는 그룹에 포함된 버킷 중 어느 하나의 버킷에 따라 패킷을 처리한다. [표 6]을 참조하면, 그룹 1에 포함되는 출력 포트 3과 5는 스파인 스위치(S1) 및 (S3)에 각각 연결되어 있으며, 그룹 2에 포함되는 출력 포트 4와 6은 스파인 스위치(S2) 및 (S4)에 각각 연결되어 있다.

[0090] 패킷의 목적지 주소가 제 1 목적지 주소 그룹에 포함되는 경우, 해당 패킷은 스파인 스위치(S1) 또는 (S3)에서 처리 가능하다. 다만, 플로우 엔트리는 특정 경로를 규정하지 않고 리프 스위치(L1)가 그룹 테이블을 참조, 트래픽을 고려하여 출력 포트를 선택하게 함으로써 트래픽이 분산 처리 되도록 한다.

[0091] [표 6]에 의하면, 리프 스위치(L1)는 버킷 웨이트가 10이면 패킷을 스파인 스위치(S1)으로 전송하고, 버킷 웨이트가 20이면 패킷을 스파인 스위치(S2)로 전송함으로써 부하를 분산시킬 수 있다.

[0092] 한편, 본 발명의 일 실시 예에 따른 목적지 기반의 패킷 전송 제어 방법은 트래픽 관리 기능 및 성능 보장 기능을 지원할 수 있다. 이와 관련하여, 이하에서는 도 7을 참조하여 본 발명의 일 실시 예에 의한 트래픽 관리 기능 수행 방법을 설명한다.

[0093] 먼저, 트래픽 관리 기능은 네트워크 자원 최적화 등의 목적으로 네트워크 관리자가 원하는 방향으로 트래픽을 변경하는 트래픽 스티어링(Traffic Steering) 기술을 포함한다. 또한, ACL(Access Control List)와 같이 패킷의 전달(forwarding) 또는 차단(blocking)여부를 결정함으로써 네트워크 트래픽을 제어하는 기술이 트래픽 관리 기능에 포함될 수 있다.

[0094] 본 발명의 일 실시 예에 따른 목적지 기반의 패킷 전송 제어 방법의 트래픽 관리 기능 지원은 다음과 같이 이루어질 수 있다. 기 설정된 조건을 만족하는 패킷에 대하여 트래픽 관리 기능을 수행하는 경우, 컨트롤러 서버는 기 설정된 조건에 대응되는 액션(action)을 포함하는 트래픽 관리 플로우 룰을 생성하고, 트래픽 관리 플로우 룰을 네트워크 장비에 전송하는 단계를 더 포함할 수 있다. 이 경우 트래픽 관리 플로우 룰은 목적지 기반 플로우 룰보다 높은 우선순위를 가질 수 있다.

[0095] 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 의한 트래픽 스티어링(Traffic Steering) 기술지원 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 7의 실시 예에서 컨트롤러 서버(100)는 IP가 10.0.0.1이고, 포트 번호가 8080인 호스트(300a)에서 전송되는 패킷을 목적지 호스트(300b) 도착 전에 방화벽(firewall) 또는 침입 탐지 시스템(IDS, Intrusion Detection System)을 거쳐 목적지에 도달하도록 제어하고자 한다.

[0096] 리프 스위치(L3)에 저장된 플로우 테이블 [표 7]에서 플로우 엔트리(1) 및 (2)는 트래픽 스티어링 기능을 수행하기 위한 트래픽 관리 플로우 룰에 의한 것이며, 플로우 엔트리(3) 및 (4)는 전술한 목적지 기반 플로우 룰에 의한 것으로 이해될 수 있다.

[0097] [표 7]에 의하면, 목적지 주소가 10.0.2.5인 패킷을 3번 포트를 통해 수신한 리프 스위치(L3)는 패킷을 목적지로 보내지 않고, 더 높은 우선순위를 갖는 플로우 엔트리(2)에 따라 5번 포트로 출력한다. 방화벽/IDS(400)를 거쳐 5번 포트로 수신된 패킷은 플로우 엔트리(1)의 조건을 만족하므로, 1번 포트를 통해 목적지 호스트로 전송될 수 있다.

표 7

[0099]

N	입력 포트 In_Port	출발지 포트 (TCP src Port)	출발지 IP (Src IP)	목적지 IP (Dst IP)	액션 (Action)	우선순위 (Priority)
1	5	8080	10.0.1.1	10.0.2.5	Output: 1	30000

2	*	8080	10.0.1.1	10.0.2.5	Output: 5	20000
3	*	*	*	10.0.1.*	Output: 3	10000
4	*	*	*	10.0.2.*	Output: 4	10000
5	*	*	*	10.0.2.5	Output : 1	20000

[0101] 다른 실시 예로, ACL(Access Control List) 기능을 지원하는 경우, 네트워크 관리자가 IP가 10.0.1.1이고, TCP 포트가 8080인 호스트(300a)에서 송신되는 패킷을 차단하도록 설정한 경우를 가정하자. 이 경우, 리프 스위치(L1)의 플로우 테이블은 아래 [표 8]을 포함할 수 있다.

표 8

No	출발지 포트 (TCP src Port)	출발지 IP (Src IP)	목적지 IP (Dst IP)	액션 (Action)	우선순위 (Priority)
1	8080	10.0.1.1	*	Drop	30000
2	*	*	10.0.1.1	Output: 1	20000
3	*	*	10.0.4.2	Output: 2	20000
4	*	*	10.0.1.*	Output: 3	10000
5	*	*	10.0.2.*	Output: 4	10000
6	*	*	10.0.3.*	Output: 3	10000
7	*	*	10.0.4.*	Output: 4	10000

[0105] [표 8]를 참조하면, IP 주소 10.0.1.1, 포트 번호 8080를 갖는 호스트(300a)에서 전송된 패킷을 수신한 리프 스위치(L1)는 미리 설정된 조건(출발지 포트, 출발지 IP 주소)와 패킷의 헤더 정보가 일치하므로, 가장 높은 우선순위에 갖는 플로우 엔트리(1)을 적용하여 해당 패킷을 드롭(drop)한다.

[0106] 만일, 수신된 패킷이 미리 설정된 조건(출발지 IP 주소 10.0.1.1, 포트 번호 8080)를 만족하지 않는 패킷이면, 리프 스위치(L1)는 목적지 기반 플로우 룰에 의한 플로우 엔트리(2) 내지 (7)에 따라 패킷을 처리할 수 있다.

[0107] 또 다른 실시 예로, 성능 보장(Qos, Quality of Service) 기능을 수행하는 경우를 살펴본다. 기 설정된 조건을 만족하는 패킷에 대하여 성능 보장 기능을 수행하는 경우, 컨트롤러 서버(100)는 기 설정된 조건에 대응되는 액션(action)을 포함하는 성능 보장 플로우 룰을 생성하고, 성능 보장 플로우 룰을 네트워크 장비에 전송할 수 있다. 이 때, 성능 보장 플로우 룰은 기 생성된 미터 엔트리(Meter Entry)에 대응되는 미터 식별자(Meter Identifier)를 포함하며, 목적지 기반 플로우 룰보다 높은 우선순위를 가질 수 있다.

[0108] 도 7에서 출발지 IP가 10.0.1.1이고, 포트 번호가 8080인 호스트(300a)에서 수신되는 패킷에 대해서는 QoS를 10Mbps로 보장하고자 하는 경우, 리프 스위치(L1)의 플로우 테이블은 아래 [표 9]를 포함할 수 있다.

표 9

No	출발지 포트 (TCP src Port)	출발지 IP (Src IP)	목적지 IP (Dst IP)	미터식별자 (Meter ID)	액션 (Action)	우선순위 (Priority)
1	8080	10.0.1.1	*	1	Output: 4	20000
2	*	*	10.0.2.*	*	Output: 4	10000

[0112] 플로우 엔트리(1)은 컨트롤러 서버(100)에 의해 생성된 성능 보장 플로우 룰에 의한 것으로, 목적지 기반 플로우 룰에 의한 플로우 엔트리(2)에 비해 높은 우선순위를 갖는다. 성능 보장 플로우 룰은 미터 식별자를 포함하며, 이는 컨트롤러 서버(100)에 의해 리프 스위치(L1)에 이미 전송된 미터 테이블을 참조할 수 있도록 하기 위함이다.

[0113] 미터 테이블(Meter Table)은 미터 엔트리(Meter entries)로 구성되며, 미터 엔트리는 미터 식별자(Meter Identifier), 미터 밴드(Meter Bands), 카운터(Counters)를 포함할 수 있다.

[0114] 컨트롤러 서버(100)는 [표 10]과 같은 미터 테이블을 성능 보장 기능을 수행하고자 하는 리프 스위치(L1)에 미리 전송함으로써, 리프 스위치(L1)가 성능 보장 플로우 룰을 수신하면, 미터 테이블을 참조하여 전송 속도 등을 관리하도록 할 수 있다.

표 10

[0116]

미터 테이블(Meter Table)		
미터 ID (Meter Identifier)	미터 밴드 (Meter Bands)	카운터 (Counters)
1	100000(10Mbps)	*

[0118]

다음으로는 도 8을 참조하여 본 발명의 일 실시 예에 의한 멀티 테넌트(Multi Tenant) 지원 방법을 설명한다. 멀티 테넌트는 독립적인 테넌트(고객, 기업 등을 포함)들이 네트워크 리소스를 공유하는 것을 의미한다. 멀티 테넌트를 지원하는 네트워크에서는 동일 테넌트인 호스트 간 송수신되는 정보가 다른 테넌트에 전송되지 않도록 하는 것이 중요하다.

[0119]

목적지 기반의 패킷 경로 제어 방법을 사용함에 있어서, 멀티 테넌트를 지원하는 경우, 컨트롤러 서버(100)는 출발지 호스트로부터 패킷을 수신한 제 1 네트워크 장비가 출발지 호스트에 대응되는 테넌트 식별정보를 패킷에 삽입(push)하고 컨트롤러 서버에 패킷을 전송하도록 규정한 멀티 테넌트 지원 플로우 룰을 생성하고, 이를 제 1 네트워크 장비로 전송할 수 있다.

[0120]

그리고, 컨트롤러 서버는 목적지 호스트와 연결된 제 2 네트워크 장비가 테넌트 식별정보를 제거(pop/strip)하고 목적지 호스트에 패킷을 전송하도록 규정한 멀티 테넌트 지원 플로우 룰을 생성하고, 이를 제 2 네트워크 장비로 전송할 수 있다. 이 때, 테넌트 식별 정보는 플로우 룰의 VLAN, MPLS, VxLAN 또는 출발지 맥(MAC)주소 필드 중 어느 하나를 이용하여 표시될 수 있다.

[0121]

도 10은 오픈플로우 프로토콜에서 지원하는 매치 필드(Match Field) 중 VLAN 태그(tag)를 이용하는 경우의 일 실시 예이다. 네트워크 관리자는 테넌트 A는 VLAN: 10, 테넌트 B는 VLAN: 20에 대응되도록 태그 값을 설정할 수 있다.

[0122]

만약 테넌트 B인 호스트(300a)가 테넌트 B인 호스트(300c)로 패킷을 전송하고자 하는 경우를 가정하자. 컨트롤러 서버(100)는 호스트(300a, 300b)와 연결된 리프 스위치(L2)가 패킷을 다른 호스트에 전송할 때 VLAN 태그를 부착하도록 하는 멀티 테넌트 지원 플로우 룰을 생성하고, 이를 리프 스위치(L2)에 전송할 수 있다.

[0123]

나아가, 컨트롤러 서버(100)는 호스트(300c)에 연결된 리프 스위치(L3)에는 동일 테넌트에서 패킷을 수신하면 VLAN 태그를 제거하도록 하는 멀티 테넌트 지원 플로우 룰을 생성하고, 이를 리프 스위치(L3)에 전송할 수 있다.

[0124]

리프 스위치(L3)에 저장되는 플로우 엔트리의 일 실시 예는 아래 [표 11]과 같다.

표 11

[0126]

N o.	VLAN	Dst IP	액션(Action)	Priority
1	20	10.0.2.5	Strip VLAN, Output: 1	30000
3	*	10.0.1.*	Output: 3	10000
4	*	10.0.2.*	Output: 4	10000
5	*	10.0.3.*	Output: 3	10000
6	*	10.0.4.*	Output: 4	10000

[0128]

[표 11]에 나타난 바에 의하면, 리프 스위치(L3)에 저장된 플로우 엔트리(1)은 리프 스위치(L3)가 VLAN:20(테넌트 B)이고 목적지 주소가 10.0.2.5인 패킷을 포트 1로 출력하고, VLAN 태그를 제거하도록 규정하고 있다.

[0129]

플로우 엔트리(1)이 VLAN 태그를 제거하도록 규정하는 것은, 리프 스위치(L3)가 목적지 주소가 10.0.2.5인 호스트(300c)에 연결되어 있는 네트워크 장비이기 때문이다.

[0130]

이밖에, 컨트롤러 서버(100)는 VLAN 태그가 부착된 패킷을 수신하면, VLAN 태그 값을 포함하는 멀티 테넌트 플로우 룰을 생성하여, 토폴로지 내의 네트워크 장비들에 전송할 수 있다. 즉, 멀티 테넌트 플로우 룰은 본 발명의 일 실시 예에 따른 목적지 기반 플로우 룰에 테넌트 식별정보를 추가적으로 더 포함하는 플로우 룰일 수 있다.

[0131] 기술한 실시 예들은 본 발명이 본 발명의 일 실시 예에 의한 목적지 기반의 패킷 전송 제어 방법을 기반으로, 우선순위 설정 또는 패킷 전송에 영향을 미치지 않는 매치 필드를 사용하는 방법을 통해, 트래픽 관리, 성능 보장 또는 멀티 테넌트 지원을 효과적으로 지원할 수 있음을 보여준다.

[0132] 본 발명의 일 실시 예에 의한 목적지 기반의 패킷 전송 제어에 있어서, 지원하는 기능에 따라 리프 스위치(200b)에 전송되는 플로우 룰의 우선순위는 하기 [표 12]과 같이 설정될 수 있다. 아래 표에 표시된 우선순위의 값은 상대적인 우선순위의 차이를 표현하기 위한 일 실시 예에 불과하다.

표 12

순서	지원 기능	우선순위
1	접속제어리스트(ACL) 성능보장 레이어링(QoS Layering)	40000
2	트래픽 스티어링(Traffic Steering)	30000
3	목적지 기반 전송 멀티 테넌트 지원 연결된 호스트	20000
3	목적지 기반 전송(Up-Stream)	10000

[0136] 하기 [표 13]은 스파인 스위치(200a)에 전송되는 플로우 룰의 우선순위를 지원 기능에 따라 표시한 일 실시 예이다.

표 13

순서	지원 기능	우선순위
1	접속제어리스트(ACL) 성능보장 레이어링(QoS Layering)	30000
2	트래픽 스티어링(Traffic Steering)	20000
3	목적지 기반 전송(Down-Stream)	10000

[0140] 리프-스파인 구조에서는 스파인 스위치에는 호스트가 연결되지 않으므로, 일반적인 소프트웨어 정의 네트워킹에서의 목적지 기반 패킷 전송 방법과는 차이가 있으며, 네트워크 장비(200)가 스파인 스위치(200a)인지 리프 스위치(200b)인지 여부에 따라 상이한 플로우 룰을 갖는다.

[0141] 도 9는 본 발명의 일 실시 예에 의한 컨트롤러 서버의 구성을 설명하기 위한 도면이다. 도 9를 참조하면, 컨트롤러 서버(100)는 통신부(130), 제어부(150)를 포함할 수 있으며, 입력부(미도시), 표시부(미도시)를 더 포함할 수 있다. 한편, 통신부(130), 제어부(150)는 물리적으로 분리되어 존재할 수도 있다.

[0142] 통신부(130)는 컨트롤러 서버(100)의 유무선 통신을 위한 데이터의 송수신 기능을 수행한다. 구체적으로 통신부(130)는 네트워크 장비(200)인 오픈플로우 스위치(200)와 통신하는 역할을 수행한다. 이 때 사용되는 프로토콜은 오픈플로우(OpenFlow) 프로토콜일 수 있다.

[0143] 제어부(150)는 컨트롤러 서버(100)의 전반적인 기능을 제어한다. 특히 본 발명의 실시 예에서 제어부(150)는 네트워크 장비(200)로부터 패킷-인 메시지를 수신하면, 네트워크 장비가 리프 스위치인지 스파인 스위치인지 판단하고, 판단 결과 및 목적지 주소 그룹을 이용하여 패킷의 목적지 주소에 대응되는 목적지 기반 플로우 룰을 생성하고, 목적지 기반 플로우 룰을 네트워크 장비에 전송하도록 컨트롤러 서버(100)를 제어할 수 있다.

[0144] 그 외에도 제어부(150)는 도 2 내지 도 10에서 설명한 컨트롤러 서버(100)의 역할들을 모두 수행할 수 있도록 기능할 수 있으며, 이에 대해서는 앞에서 설명하였으므로 중복 설명은 생략하기로 한다.

[0145] 본 명세서에서 설명되는 방법들은 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행되는 하나 이상의 컴퓨터 프로그램들에 의해 구현될 수 있다. 컴퓨터 프로그램들은 비-일시적인 유형의 컴퓨터 판독가능 매체에 저장되는 프로세서-실행가능 명령들을 포함한다. 컴퓨터 프로그램들은 또한 저장된 데이터를 포함할 수 있다. 비-일시적인 유형의 컴퓨터 판독가능 매체(non-transitory tangible computer readable medium)의 비한정적 예들은 비휘발성 메모리 시스템, 자기 저장소 및 광학 저장소이다.

[0146] 앞서 설명된 기법들의 특정 실시형태들은 알고리즘 형태로 본 명세서에서 설명되는 처리 단계들 및 명령들을 포

함한다. 앞서 설명된 처리 단계들 및 명령들은 소프트웨어, 펌웨어, 혹은 하드웨어로 구현될 수 있고, 소프트웨어로 구현되는 경우 실시간 네트워크 오퍼레이팅 시스템(real time network operating system)들에서 사용되는 다른 플랫폼들 상에 상주하도록 다운로드 될 수 있고 이로부터 동작될 수 있음에 유의해야만 한다.

[0147] 본 발명은 또한 본 명세서에서의 동작들을 수행하기 위한 장치와 관련된다. 이러한 장치는 원하는 목적을 위해 특별히 구성될 수 있거나, 또는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 컴퓨터 판독가능 매체 상에 저장된 컴퓨터 프로그램에 의해 선택적으로 활성화되거나 재구성되는 범용 컴퓨터를 포함할 수 있다. 이러한 컴퓨터 프로그램은 유형의 컴퓨터 판독가능 저장 매체에 저장될 수 있는바, 이러한 유형의 컴퓨터 판독가능 저장 매체는, 예를 들어, 플로피 디스크들, 광학 디스크들, CD-ROM들, 자기-광학 디스크들(magnetic-optical disks), 판독-전용 메모리(Read-Only Memory, ROM)들, 랜덤 액세스 메모리(Random Access Memory, RAM)들, EPROM들, EEPROM들, 자기 혹은 광학 카드들, 애플리케이션 특정 집적 회로(ASIC)들을 포함하는 임의 타입의 디스크, 또는 전자 명령들을 저장하기에 적합하고 그 각각이 컴퓨터 시스템 버스에 결합되는 임의 타입의 매체들이 있지만 이러한 것으로만 한정되는 것은 아니다. 더욱이, 본 명세서에서 지칭되는 컴퓨터들은 단일 프로세서를 포함할 수 있거나, 또는 컴퓨팅 능력 증진을 위해 복수의 프로세서 설계를 사용하는 아키텍처들일 수 있다.

[0148] 본 명세서에 제시되는 알고리즘들 및 동작들은 본질적으로 임의의 특정 컴퓨터 혹은 다른 장치들과 관련되지 않는다. 다양한 범용 시스템들이 또한, 본 명세서에서의 가르침에 따른 프로그램들과 함께 사용될 수 있고, 또는 원하는 방법의 단계들을 수행하기 위해 더 특수하게 설계된 장치들을 구성하는 것이 편리한 것으로 판명될 수 있다. 다양한 이러한 시스템들을 위해 그 요구되는 구조는 그 등가적 변형물들과 함께 본 발명의 기술 분야에서 숙련된 자들에게 명백할 것이다. 추가적으로, 본 개시내용은 임의의 특정 프로그래밍 언어와 관련되어 설명되는 것이 아니다. 다양한 프로그래밍 언어가 본 명세서에서 설명되는 바와 같은 본 개시내용의 가르침들을 구현하기 위해 사용될 수 있고, 특정 언어에 대한 임의의 언급은 본 발명의 실시예 및 최상의 모드를 설명하기 위한 것임을 이해해야 한다.

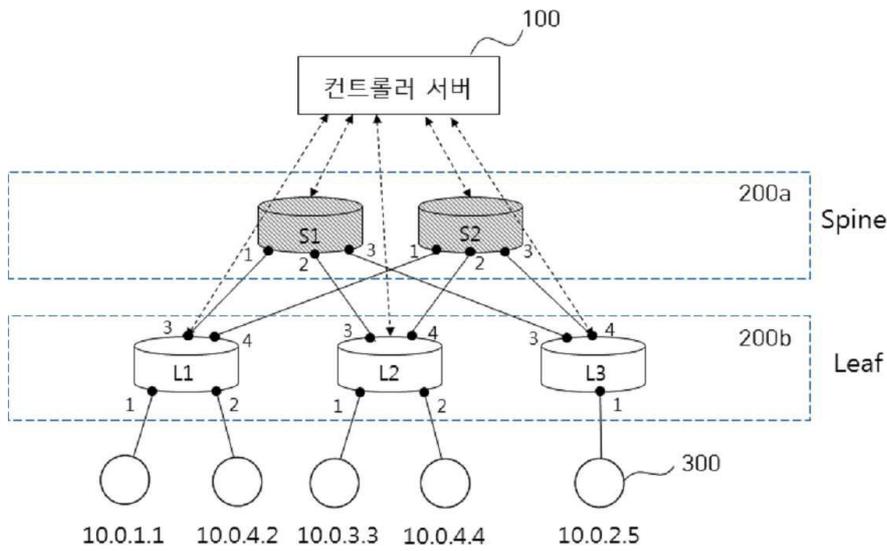
[0149] 본 명세서에서 생략된 일부 실시 예는 그 실시 주체가 동일한 경우 동일하게 적용 가능하다. 또한, 전술한 본 발명은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하므로 전술한 실시 예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니다.

**부호의 설명**

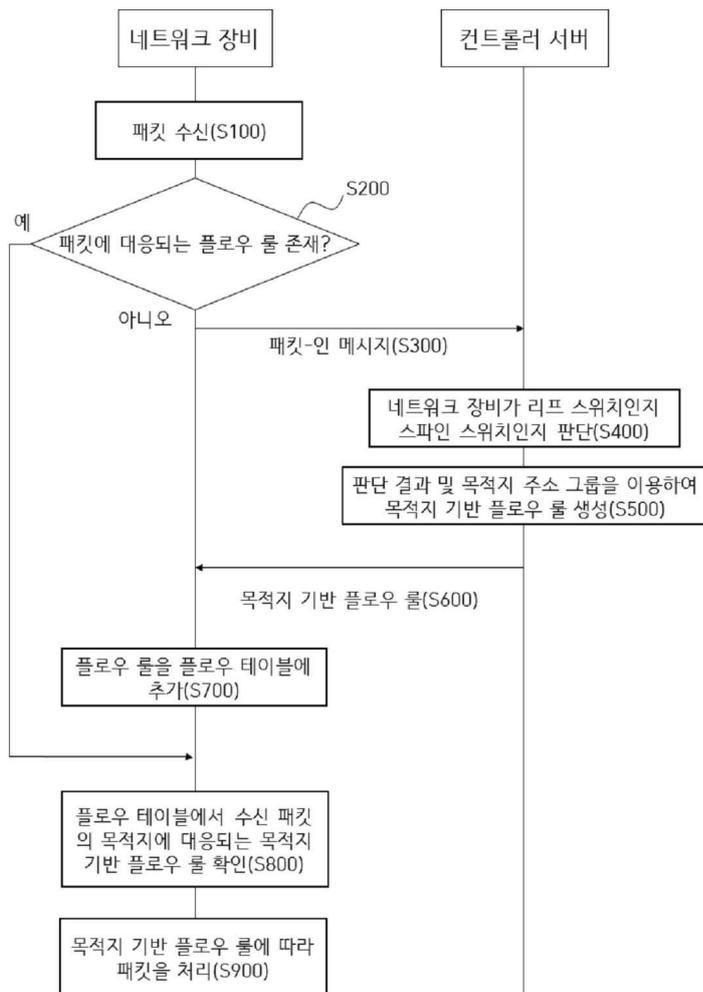
- [0151] 100: 컨트롤러 서버
- 200a: 스핀인 스위치
- 200b: 리프 스위치
- 300: 호스트

도면

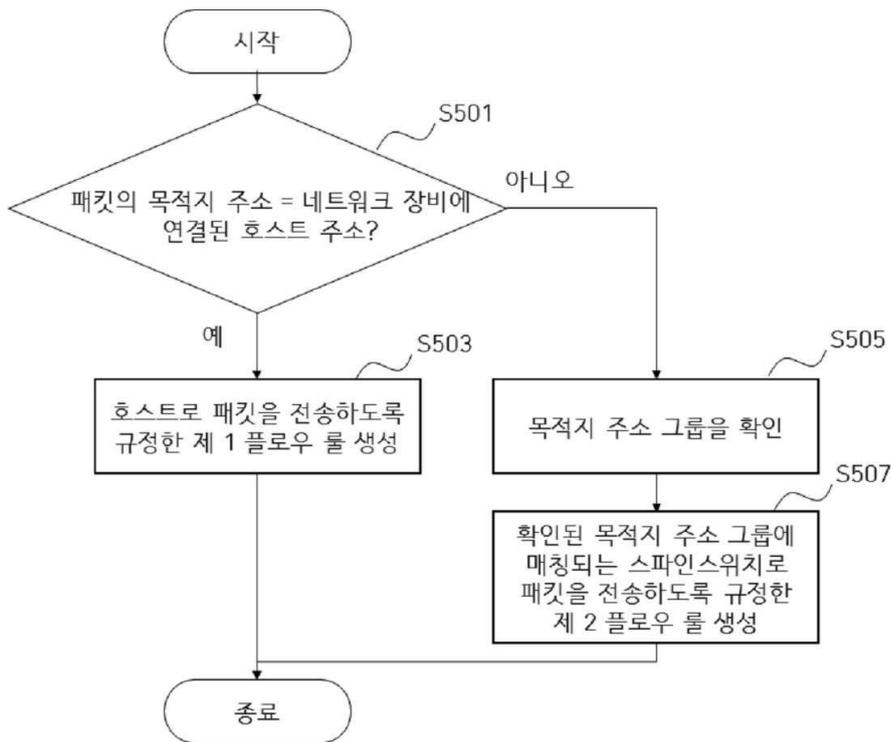
도면1



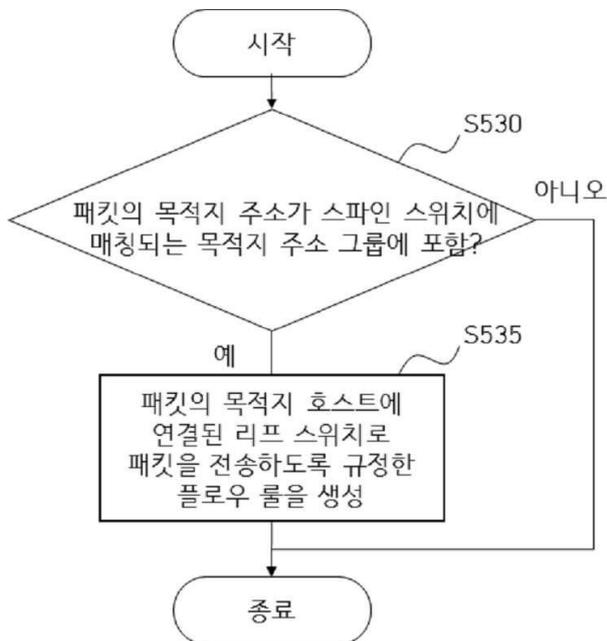
도면2



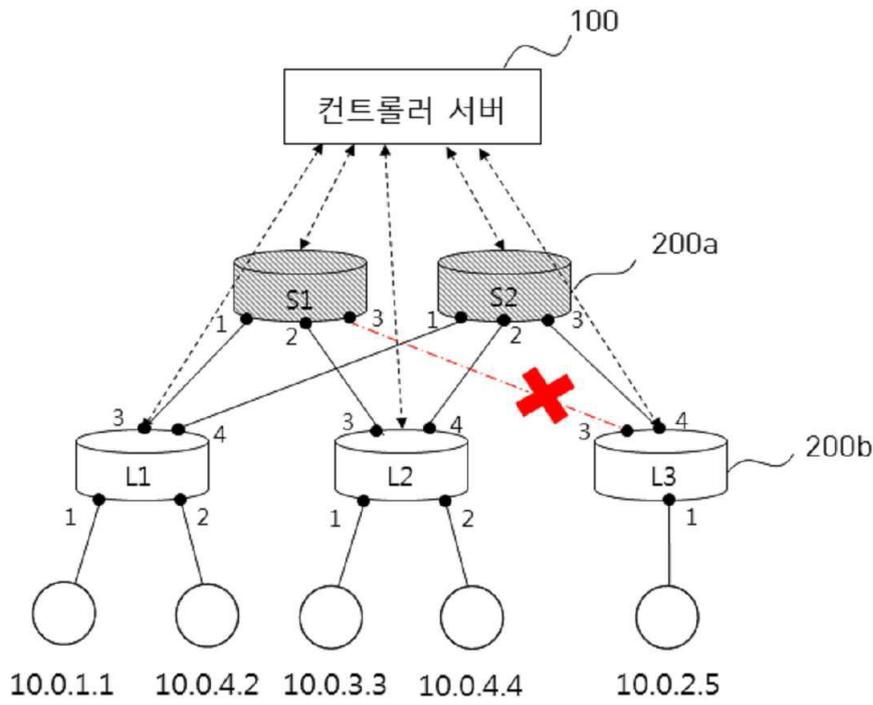
도면3



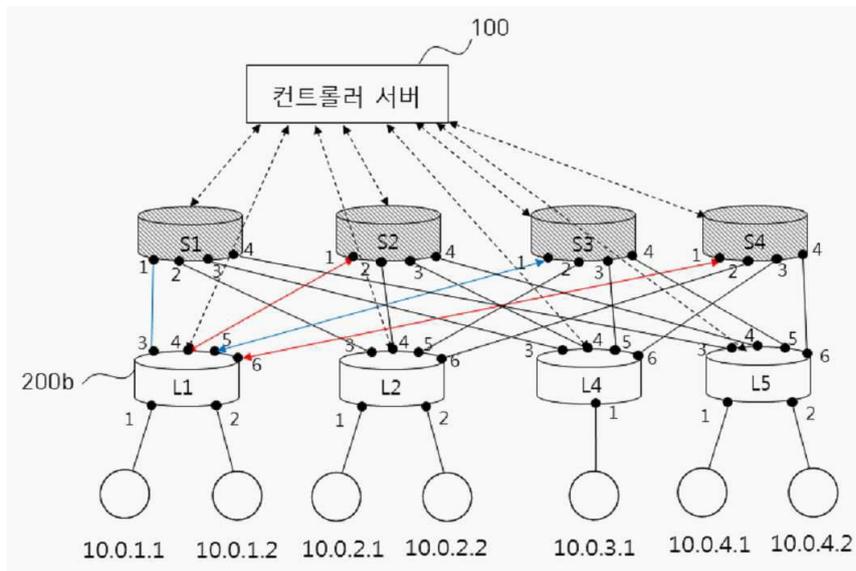
도면4



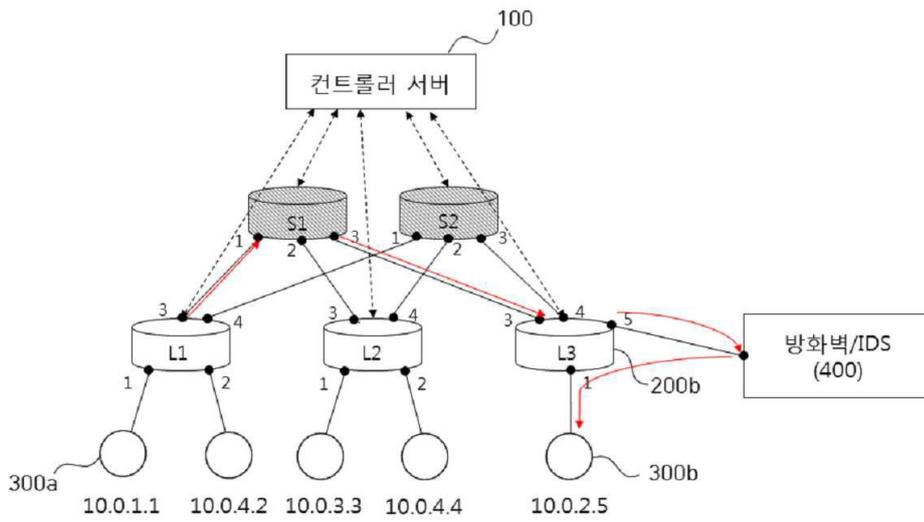
도면5



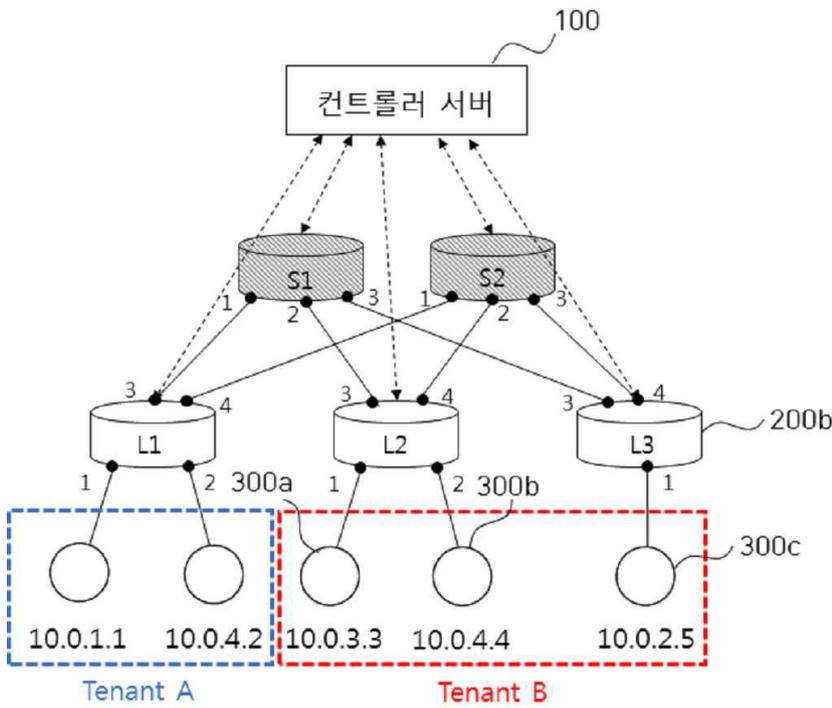
도면6



도면7



도면8



도면9

