



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년07월04일  
(11) 등록번호 10-1414753  
(24) 등록일자 2014년06월26일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04L 12/26 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2012-7030346  
(22) 출원일자(국제) 2011년09월07일  
심사청구일자 2012년11월20일  
(85) 번역문제출일자 2012년11월20일  
(65) 공개번호 10-2013-0008072  
(43) 공개일자 2013년01월21일  
(86) 국제출원번호 PCT/JP2011/005010  
(87) 국제공개번호 WO 2012/070173  
국제공개일자 2012년05월31일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2010-260272 2010년11월22일 일본(JP)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2002185513 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
- (73) 특허권자  
닛본 덴끼 가부시끼가이샤  
일본국 도쿄도 미나토구 시바 5조메 7방 1고  
(72) 발명자  
아키요시 잇페이  
일본국 도쿄도 미나토구 시바 5-7-1 닛본 덴끼 가  
부시끼가이샤 내  
(74) 대리인  
문기상, 문두현

전체 청구항 수 : 총 18 항

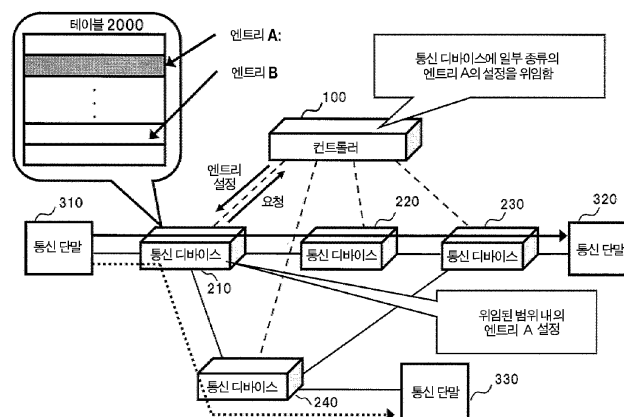
심사관 : 이철수

(54) 발명의 명칭 통신 시스템, 통신 디바이스, 컨트롤러, 및 패킷 플로우의 포워딩 경로의 제어 방법 및 프로그램

(57) 요약

통신 시스템은 패킷 포워딩을 제어하는 통신 디바이스, 및 통신 디바이스로부터의 요청에 따라 패킷 포워딩에 이용되는 제 1 테이블 엔트리를 설정하는 컨트롤러를 포함한다. 통신 디바이스는 수신된 패킷을 식별하는 규칙에 의거하여, 제 1 테이블 엔트리에 따라 수신된 패킷을 포워딩할지, 또는 통신 디바이스에 의해 설정된 제 2 테이블 엔트리에 따라 수신된 패킷을 포워딩할지를 결정한다. 경로를 제어하는 컨트롤러의 부하가 경감될 수 있다.

대표도



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

패킷 포워딩(forwarding)을 제어하는 적어도 하나의 통신 디바이스; 및

상기 통신 디바이스로부터의 요청에 따라 패킷 포워딩에 이용되는 제 1 테이블 엔트리를 설정하는 컨트롤러를 포함하고,

상기 통신 디바이스는,

수신된 패킷을 식별하는 규칙에 의거하여, 상기 제 1 테이블 엔트리에 따라 상기 수신된 패킷을 포워딩할지, 또는 상기 통신 디바이스에 의해 설정된 제 2 테이블 엔트리에 따라 상기 수신된 패킷을 포워딩할지를 결정하고,

수신 패킷에 대응하는 상기 제 1 테이블 엔트리가 상기 통신 디바이스에 미설정인 경우, 상기 컨트롤러에 상기 제 1 테이블 엔트리를 요청하는 통신 시스템.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 규칙은, 패킷이 상기 통신 디바이스에 위임된 권한 범위 내인지의 여부를 결정하는 조건인 통신 시스템.

### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 규칙은 상기 컨트롤러에 의해 설정되는 통신 시스템.

### 청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 통신 디바이스는 패킷의 속성에 의거하여, 상기 제 1 테이블 엔트리에 따라 상기 패킷을 포워딩할지, 또는 상기 제 2 테이블 엔트리에 따라 상기 패킷을 포워딩할지를 결정하는 통신 시스템.

### 청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 통신 디바이스는 패킷이 소정의 네트워크 도메인 내에서 포워딩되는지의 여부에 의거하여, 상기 제 1 테이블 엔트리에 따라 상기 패킷을 포워딩할지, 또는 상기 제 2 테이블 엔트리에 따라 상기 패킷을 포워딩할지를 결정하는 통신 시스템.

### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 통신 디바이스는, 패킷이 복수의 네트워크 도메인간에서 포워딩될 경우 상기 제 1 테이블 엔트리에 따라 상기 패킷을 포워딩하고, 상기 패킷이 소정의 네트워크 도메인 내에서 포워딩될 경우 상기 제 2 테이블 엔트리에 따라 상기 패킷을 포워딩하는 통신 시스템.

### 청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 통신 디바이스는 패킷이 소정의 종류(type)인지의 여부에 의거하여, 상기 제 1 테이블 엔트리에 따라 상기 패킷을 포워딩할지, 또는 상기 제 2 테이블 엔트리에 따라 상기 패킷을 포워딩할지를 결정하는 통신 시스템.

### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 통신 디바이스는, 패킷이 네트워크를 제어하는데 이용되는 제어 패킷일 경우 상기 제 1 테이블 엔트리에 따라 상기 패킷을 포워딩하고, 상기 패킷이 데이터를 전송하는 데이터 패킷일 경우 상기 제 2 테이블 엔트리에 따라 상기 패킷을 포워딩하는 통신 시스템.

#### 청구항 9

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 통신 디바이스는 패킷의 수신처 또는 송신원의 적어도 하나에 관한 정보에 의거하여, 상기 제 1 테이블 엔트리에 따라 상기 패킷을 포워딩할지, 또는 상기 제 2 테이블 엔트리에 따라 상기 패킷을 포워딩할지를 결정하는 통신 시스템.

#### 청구항 10

통신 디바이스를 제어하는 컨트롤러에 패킷 포워딩에 이용되는 제 1 테이블 엔트리를 설정하도록 요청하는 제 1 수단; 및

수신된 패킷을 식별하는 규칙에 의거하여, 상기 제 1 테이블 엔트리에 따라 상기 수신된 패킷을 포워딩할지, 또는 상기 통신 디바이스에 의해 설정된 제 2 테이블 엔트리에 따라 상기 수신된 패킷을 포워딩할지를 결정하는 제 2 수단을 포함하고,

상기 제 2 수단은 수신 패킷에 대응하는 상기 제 1 테이블 엔트리가 상기 통신 디바이스에 미설정인 경우, 상기 컨트롤러에 상기 제 1 테이블 엔트리를 요구하는 통신 디바이스.

#### 청구항 11

패킷을 전송하는 통신 장치로서,

패킷의 전송 규칙을 복수의 상기 통신 장치에 송신 가능한 제어 장치와, 소정의 제어 프로토콜에 의거하여 통신하는 제 1 수단과,

상기 전송 규칙에 따라 수신 패킷을 전송할지, 상기 제어 프로토콜에 비의존인 프로토콜에 따라 수신 패킷을 전송할지를, 수신 패킷을 식별하기 위한 조건에 의거하여 판정 가능한 제 2 수단과,

상기 수신 패킷을 전송하기 위한 상기 전송 규칙이 상기 통신 장치에 미설정인 경우, 상기 제어 장치에 상기 전송 규칙을 요구 가능한 제 3 수단

을 포함하는 것을 특징으로 하는 통신 장치.

#### 청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 제 2 수단은 수신 패킷의 입력 포트에 의거하여 상기 전송 규칙에 따라 수신 패킷을 전송할지, 상기 제어 프로토콜에 비의존인 프로토콜에 따라 수신 패킷을 전송할지를 판정 가능한 것을 특징으로 하는 통신 장치.

#### 청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 제 2 수단은 상기 제어 장치가 상기 전송 규칙에 의해 상기 통신 장치를 제어 가능한 범위를 나타내는 조건에 의거하여, 상기 전송 규칙에 따라 수신 패킷을 전송할지, 상기 제어 프로토콜에 비의존인 프로토콜에 따라 수신 패킷을 전송할지를 판정 가능한 것을 특징으로 하는 통신 장치.

#### 청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 조건은 상기 제어 장치에 의해 설정되는 통신 장치.

#### 청구항 15

제 11 항에 있어서,

상기 통신 장치는 패킷의 속성에 의거하여, 상기 전송 규칙에 따라 수신 패킷을 전송할지, 상기 제어 프로토콜에 비의존인 프로토콜에 따라 수신 패킷을 전송할지를 판정하는 것을 특징으로 하는 통신 장치.

#### 청구항 16

제 11 항에 있어서,

상기 통신 장치는 패킷의 종별에 의거하여, 상기 전송 규칙에 따라 패킷을 전송할지, 상기 제어 프로토콜에 비의존인 프로토콜에 따라 패킷을 전송할지를 판정하는 것을 특징으로 하는 통신 장치.

#### 청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 통신 장치는 패킷이 네트워크의 제어에 이용되는 제어 패킷인 경우에는, 상기 전송 규칙에 따라 패킷을 전송하고, 패킷이 데이터를 전송하는 데이터 패킷인 경우에는, 상기 제어 프로토콜에 비의존인 프로토콜에 따라 패킷을 전송하는 것을 특징으로 하는 통신 장치.

#### 청구항 18

제 11 항에 있어서,

상기 통신 장치는 패킷의 수신처 또는 송신원의 적어도 한쪽에 관한 정보에 의거하여, 상기 전송 규칙에 따라 패킷을 전송할지, 상기 제어 프로토콜에 비의존인 프로토콜에 따라 패킷을 전송할지를 판정하는 것을 특징으로 하는 통신 장치.

### 명세서

#### 기술 분야

[0001]

(관련 출원에 대한 상호 참조)

[0002]

본 발명은 2010년 11월 22일에 출원된 일본국 특허출원 제2010-260272호에 의거하여 우선권을 주장하며, 그 본문이 본원발명에 참조로서 포함된다.

[0003]

본 발명은 통신 시스템, 통신 디바이스, 컨트롤러, 및 패킷 플로우의 포워딩 경로의 제어 방법 및 프로그램에 관한 것이며, 특히 수신된 패킷을 수신된 패킷과 호환되는 처리 규칙에 따라 처리하는 통신 디바이스를 이용하여 통신을 실현하는 통신 시스템, 통신 디바이스, 컨트롤러, 및 패킷 플로우의 포워딩 경로의 제어 방법 및 프로그램에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0004]

최근, 오픈플로우(OpenFlow)라고 하는 기술이 제안되어 왔다(특허문헌 1 및 비특허문헌 1 및 2 참조). 오픈플로우는 엔드투엔드(end-to-end) 플로우와 같은 통신을 취급하며, 경로 제어, 고장 복구, 부하 분산(load balancing), 및 각 플로우의 최적화를 행한다. 비특허문헌 2에 사양이 정의되어 있는 오픈플로우 스위치는 제어 디바이스로서 기능하는 오픈플로우 컨트롤러와 통신하는 보안 채널을 포함하며, 오픈플로우 컨트롤러에 의해 적합하게 추가 또는 제거되는 플로우 테이블에 따라 동작한다. 이 플로우 테이블에는, 플로우마다, 패킷 헤더에 대해 매칭되는 매칭 규칙의 세트(헤더 필드), 플로우 통계 정보(카운터), 및 처리 내용을 정의하는 작동(액션)이 정의된다(도 19 참조).

[0005]

오픈플로우 기술을 이용하는 통신 시스템(1)은, 예를 들면 도 20에 나타난 바와 같이, 오픈플로우 컨트롤러에 대응하는 컨트롤러(114) 및 오픈플로우 스위치(이하, "OFS"라 함)(121 내지 123, 및 131 내지 133)에 의해 구성된다.

[0006]

예를 들면, 통신 단말(140)이 통신 단말(142)과 통신을 개시할 경우, 시스템은 도 21에 나타난 바와 같이 동작한다. 통신 단말(140)이 보낸 패킷의 수신 시, OFS(121)는 플로우 테이블에서 수신된 패킷의 헤더 정보와 호환 가능한 매칭 규칙을 갖는 엔트리를 검색한다. 검색 결과 수신된 패킷과 매칭되는 엔트리가 없을 경우, OFS(121)는 수신된 패킷을 버퍼링한 후, 수신된 패킷에 관한 정보를 갖는 새로운 플로우 검색 통지(Packet-

In)를 보안 채널을 통해 컨트롤러(114)에 송신하여, 상기 수신된 패킷의 송신기 및 수신기에 의거하여 상기 패킷의 경로의 판정을 컨트롤러(114)에게 요청한다. 컨트롤러(114)는 새로운 플로우 검출 통지의 정보로부터 통신 단말(142)을 패킷의 수신처로서 특정하고, 플로우 엔트리(처리 규칙) 설정(FlowMod) 메시지를 송신하여 통신 단말(140)과 통신 단말(142) 사이의 통신을 실현하는 플로우 엔트리를 경로 상의 OFS들에 설정한다. OFS(121)는 처리 규칙으로서 플로우 테이블에 저장된 엔트리를 이용하여 버퍼링된 패킷을 포워딩한다. 후속하는 패킷 플로우는, 대응하는 엔트리가 이미 존재하므로, 경로의 결정을 컨트롤러(114)에게 요청하지 않고, 포워딩된다.

[0007] 또한, 특허문헌 2는, 계층 정보를 포함하는 토폴로지 정보에 의거하여, 네트워크를 계층 구조로서 구성하는 디바이스간의 접속 상태를 인식하는 계층망을 구성하는 방법을 개시하고 있다. 특허문헌 2에는, 각각의 층을 관리하는 서버 또는 서버의 기능을 갖는 정보 중계 디바이스는, 서버에 접속되는 하류(downstream)의 중계 디바이스 또는 서버 또는 정보 중계 디바이스의 하류측의 인터페이스를 통한 정보 중계 디바이스에 의해 이용 가능한 식별 정보를 결정하고, 계층망 구성에서 효과적인 어드레스 분산을 실현하도록, 결정된 식별 정보를 하류의 중계 디바이스에 알리는 것이 기술되어 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 국제공개 WO 2008/095010A1 공보  
(특허문헌 0002) 일본국 특개2005-340983A 공보

### 비특허문헌

[0009] (비특허문헌 0001) McKeown, Nick 외, "OpenFlow: Enabling Innovation in Campus Networks, [online], [searched on October 6, 2010], Internet < URL:http://www.openflowswitch.org/documents/openflow-wp-latest.pdf>  
(비특허문헌 0002) "OpenFlow Switch Specification" Version 1.0.0.(Wire Protocol 0x01) [searched on October 6, 2010], Internet <URL:http://www.openflowswitch.org/documents/openflow-spec-v1.0.0.pdf>

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0010] 본 발명에 의해, 다음과 같은 분석이 이루어진다.  
[0011] 도 20 및 도 21을 이용하여 기술되는 바와 같이, 오픈플로우와 같은 중앙 제어 시스템에서는, 많은 OFS로부터의 새로운 플로우 검출 통지(Packet-In)가 집중되어, 오픈플로우 컨트롤러와 같은 중앙 컨트롤러의 부하를 증가시킬 수 있다. 또한, 컨트롤러의 부하가 증가되고 처리 규칙의 설정이 지연될 경우, 후속 패킷을 수신한 OFS는 새로운 플로우 검출 통지(Packet-In)를 발행하게 되고, 이로 인해 부하 증가가 유지되는 상태를 발생시킬 수 있다.  
[0012] 본 발명은 상기 상황을 고려하여 이루어진 것이며, 상술한 오픈플로우 기술과 같은 중앙 제어 통신 시스템에서 개개의 통신 디바이스가 발행하는 경로 해결 요청의 집중을 경감할 수 있는 통신 시스템, 통신 디바이스, 컨트롤러, 및 패킷 플로우의 포워딩 경로의 제어 방법 및 프로그램을 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0013] 본 발명의 제 1 양태에 따르면, 패킷 포워딩(forwarding)을 제어하는 적어도 하나의 통신 디바이스; 및 상기 통신 디바이스로부터의 요청에 따라 패킷 포워딩에 이용되는 제 1 테이블 엔트리를 설정하는 컨트롤러를 포함하는 통신 시스템이 제공된다. 상기 통신 디바이스는 수신된 패킷을 식별하는 규칙에 의거하여, 상기 제 1 테이블 엔트리에 따라 상기 수신된 패킷을 포워딩할지, 또는 상기 통신 디바이스에 의해 설정된 제 2 테이블 엔트리에 따라 상기 수신된 패킷을 포워딩할지를 결정한다.

[0014] 본 발명의 제 2 양태에 따르면, 통신 디바이스를 제어하는 컨트롤러에게 패킷 포워딩에 이용되는 제 1 테이블 엔트리를 설정하도록 요청하는 수단; 및 수신된 패킷을 식별하는 규칙에 의거하여, 상기 제 1 테이블 엔트리에 따라 상기 수신된 패킷을 포워딩할지, 또는 상기 통신 디바이스에 의해 설정된 제 2 테이블 엔트리에 따라 상기 수신된 패킷을 포워딩할지를 결정하는 수단을 포함하는 통신 디바이스가 제공된다.

[0015] 본 발명의 제 3 양태에 따르면, 패킷 포워딩을 제어하는 적어도 하나의 통신 디바이스가, 수신된 패킷을 식별하는 규칙에 의거하여, 상기 통신 디바이스를 제어하는 컨트롤러에 의해 설정된 제 1 테이블 엔트리에 따라 상기 수신된 패킷을 포워딩할지, 또는 상기 통신 디바이스에 의해 설정된 제 2 테이블 엔트리에 따라 상기 수신된 패킷을 포워딩할지를 결정하는 단계; 및 상기 통신 디바이스가 상기 제 1 테이블 엔트리에 따라 상기 수신된 패킷을 포워딩할 것을 결정할 경우, 상기 통신 디바이스가 상기 컨트롤러에게 상기 제 1 테이블 엔트리의 설정을 요청하는 단계를 포함하는 통신 방법이 제공된다. 본 방법은 특정 기기, 즉 패킷 포워딩을 제어하는 통신 디바이스와 결부된다.

[0016] 본 발명의 제 4 양태에 따르면, 수신된 패킷을 식별하는 규칙에 의거하여, 통신 디바이스를 제어하는 컨트롤러에 의해 설정된 제 1 테이블 엔트리에 따라 상기 수신된 패킷을 포워딩할지, 또는 상기 통신 디바이스에 의해 설정된 제 2 테이블 엔트리에 따라 상기 수신된 패킷을 포워딩할지를 결정하는 처리; 상기 제 1 테이블 엔트리에 따라 상기 수신된 패킷이 포워딩되는 것이 결정될 경우, 상기 컨트롤러에게 상기 제 1 테이블 엔트리의 설정을 요청하는 처리를, 패킷 포워딩을 제어하는 통신 디바이스에 탑재된 컴퓨터에 실행시키는 프로그램이 제공된다. 또한, 이 프로그램은 비밀시적일 수 있는 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체에 저장될 수 있다. 즉, 본 발명은 컴퓨터 프로그램 제품으로서 구현될 수 있다.

### 발명의 효과

[0017] 본 발명에 따르면, 통신 디바이스가 컨트롤러의 제어 부하의 일부를 맡아서 컨트롤러의 부하를 경감할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 제 1 실시형태의 통신 시스템의 구성예를 나타내는 도면.  
 도 2는 본 발명의 제 1 실시형태의 테이블의 구성예를 나타내는 도면.  
 도 3은 본 발명의 제 1 실시형태의 동작예를 설명하는 도면.  
 도 4는 본 발명의 제 1 실시형태의 동작예를 설명하는 도면.  
 도 5는 본 발명의 제 1 실시형태의 통신 디바이스(210)의 구성예를 나타내는 도면.  
 도 6은 본 발명의 제 1 실시형태의 컨트롤러(100)의 구성예를 나타내는 도면.  
 도 7은 본 발명의 제 1 실시형태의 통신 시스템의 구성예를 나타내는 도면.  
 도 8은 본 발명의 제 2 실시형태의 통신 시스템의 구성예를 나타내는 도면.  
 도 9는 본 발명의 제 2 실시형태의 컨트롤러의 구성예를 나타내는 도면.  
 도 10은 본 발명의 제 2 실시형태의 중간 컨트롤러의 구성예를 나타내는 도면.  
 도 11은 본 발명의 제 2 실시형태의 동작예(위임된 권한 범위의 통지)를 나타내는 순서도.  
 도 12는 본 발명의 제 2 실시형태의 컨트롤러에 의해 중간 컨트롤러에 대해 위임된 권한 범위의 예를 나타내는 도면.  
 도 13은 본 발명의 제 2 실시형태의 컨트롤러에 의해 중간 컨트롤러에 대해 위임된 권한 범위의 다른 예를 나타내는 도면.  
 도 14는 본 발명의 제 2 실시형태의 동작예(위임된 권한 범위 내의 패킷 포워딩)를 나타내는 순서도.  
 도 15는 본 발명의 제 2 실시형태의 중간 컨트롤러의 동작예를 나타내는 흐름도.  
 도 16은 본 발명의 제 2 실시형태의 동작예(위임된 권한 범위 외의 패킷 포워딩)를 나타내는 순서도.  
 도 17은 본 발명의 제 3 실시형태를 설명하는 도면.

도 18은 본 발명의 제 4 실시형태를 설명하는 도면.

도 19는 비특허문헌 2에 기술된 플로우 엔트리의 구성예를 나타내는 도면.

도 20은 비특허문헌 1 및 2의 통신 시스템의 구성예를 설명하는 도면.

도 21은 비특허문헌 1 및 2의 통신 시스템의 동작예를 설명하는 순서도.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] (제 1 실시형태)

[0020] 본 발명의 실시형태를 설명한다. 도 1은 패킷의 포워딩 경로를 제어하는 컨트롤러(100) 및 복수의 통신 디바이스(210 내지 240)를 포함하는 통신 시스템을 나타낸다. 이 통신 시스템에서, 각각의 통신 디바이스는 패킷을 식별하는 규칙에 의거하여 수신된 패킷을 식별하고, 수신된 패킷을 컨트롤러에 의해 설정된 규칙에 따라 포워딩할지 또는 수신된 패킷을 컨트롤러에 의해 설정되지 않은 다른 규칙에 따라 포워딩할지를 결정한다. 이 개요에서 사용되고 있는 도면 참조 부호는 편의상 이해를 돕고자 구성요소에 추가된 것이며 예시된 실시형태로 본 발명을 제한하는 것은 아니다.

[0021] 도 1에서, 통신 디바이스(210)는 수신된 패킷을 포워딩하는데 사용되는 테이블(2000)을 유지한다. 테이블(2000)은 적어도 2가지 종류의 엔트리, 컨트롤러에 의해 설정된 엔트리 A 및 통신 디바이스에 의해 설정된 엔트리 B를 유지하고 있다.

[0022] 컨트롤러(100)는 통신 디바이스(210)로부터의 요청에 따라 엔트리 A를 생성하고 생성된 엔트리 A를 통신 디바이스(210)에 의해 유지되는 테이블(2000)에 설정한다. 예를 들면, 테이블(2000)이 포워딩 방법을 식별할 수 없는 새로운 패킷을 수신할 경우, 통신 디바이스(210)는 이 새로운 패킷을 포워딩하기 위한 방법에 대응하는 엔트리의 설정을 컨트롤러에게 요청한다.

[0023] 또한, 통신 디바이스(210)는 자율적으로 테이블(2000)에 엔트리 B를 설정한다. 예를 들면, 통신 디바이스(210)는 RIP(Routing Information Protocol) 및 OSPF(Open Shortest Path First) 등과 같은 라우팅 프로토콜에 의거하여, 인접 통신 디바이스(220, 240)와 정보를 교환함으로써 테이블(2000)에 엔트리 B를 설정한다. 또한, 예를 들면 통신 디바이스(210)는 수신된 패킷의 송신원 MAC 어드레스와 패킷을 수신한 포트 사이의 연관성을 습득함으로써, 테이블(2000)에 엔트리 B를 생성 및 설정한다. 다른 통신 디바이스(220 내지 240)는 유사한 방법을 이용하여 엔트리 B를 설정한다. 그러나, 통신 디바이스(210 내지 240)가 엔트리 B를 설정하는데 이용하는 방법은 이에 한정되지 않는다.

[0024] 도 1은 테이블(2000)에 엔트리 A 및 엔트리 B를 모두 설정하는 예를 나타낸다. 하나의 단일 테이블(2000)에 양쪽의 엔트리를 설정하는 것은 실시하기 용이하다. 테이블(2000)을 참조하는 패킷 처리가 하드웨어에 의해 실행될 경우, 단일 테이블(2000)에 엔트리 A 및 엔트리 B를 설정하게 시스템을 구현함으로써, 테이블(2000)을 참조하는 처리가 효과적으로 실행될 수 있다.

[0025] 그러나, 도 2에 나타난 바와 같이, 각각의 통신 디바이스는 컨트롤러에 의해 설정된 엔트리 A 테이블(2000-1) 및 통신 디바이스(210 내지 240)에 의해 설정된 엔트리 B 테이블(2000-2)을 유지할 수 있다. 테이블의 구성은 도 1 및 도 2에 나타난 것에 한정되는 것은 아니다.

[0026] 통신 디바이스(210)는 수신된 패킷을 식별하는 식별 규칙에 의거하여 테이블(2000)의 엔트리 A에 따라 수신된 패킷을 포워딩할지 또는 테이블(2000)의 엔트리 B에 따라 수신된 패킷을 포워딩할지를 결정한다.

[0027] 식별 규칙은, 본 발명이 적용되는 시스템의 이용에 따른 패킷의 종류 및 패킷의 송신원/수신처의 적절한 조합, 컨트롤러 및 통신 디바이스에의 역할의 할당 방법, 및 광역 중앙 제어가 요구되는지의 여부에 의해 설정될 수 있다.

[0028] 예를 들면, 식별 규칙은, 수신된 패킷이 소정의 네트워크 도메인 내에서 포워딩되어야 하는지 또는 복수의 네트워크 도메인을 거쳐 포워딩되어야 하는지를 인식하도록 구성될 수 있다. 즉, 예를 들면, 제 1 네트워크와 제 2 네트워크 사이의 경계에 위치하는 통신 디바이스(에지 노드(edge node))는 컨트롤러(100)에 따라 수신된 패킷을 포워딩하고, 제 1 네트워크 내에서 데이터를 전송하는 통신 디바이스(코어 노드)는 자율적으로 수신된 패킷을 포워딩한다. 또한, 식별 규칙은 수신된 패킷이 소정의 종류인지의 여부를 인식하도록 구성될 수 있다. 또한, 식별 규칙은 수신된 패킷이 소정의 송신원 정보 또는 수신처 정보에 관련되는지의 여부를 인식하도록 구성될 수

있다. 그러나, 식별 규칙이 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0029] 도 3 및 도 4를 참조하면, 도 1에 나타난 통신 시스템의 동작예를 기술한다. 본 발명의 동작이 도 3 및 도 4에 나타난 것에 한정되는 것은 아니다.
- [0030] 도 3은 테이블(2000)이 도 1에 나타난 엔트리 A 및 엔트리 B를 포함할 경우의 동작예를 나타낸다. 도 3에서, 각각의 엔트리에는 식별 규칙이 포함된다. 테이블(2000)은 복수 종류의 엔트리 A 및 복수 종류의 엔트리 B를 갖는다. 통신 디바이스(210)는 수신된 패킷의 헤더를 테이블(2000)의 각 엔트리의 식별 규칙과 비교한다. 헤더가 임의의 식별 규칙과 매칭될 경우, 통신 디바이스(210)는 그 식별 규칙에 대응하는 엔트리에서 정의된 포워딩 방법에 따라 수신된 패킷을 포워딩한다. 이 실시예에서는 수신된 패킷의 헤더와 식별 규칙을 비교하지만, 이에 한정되지 않고 수신된 패킷의 임의의 정보를 식별 규칙과 비교해도 된다.
- [0031] 예를 들면, 수신된 패킷이 도 3의 식별 규칙 A-2와 매칭될 경우, 통신 디바이스(210)는 포워딩 방법 A-2에 따라 수신된 패킷을 포워딩한다. 또한, 수신된 패킷이 도 3의 식별 규칙 B-1과 매칭될 경우, 통신 디바이스(210)는 포워딩 방법 B-1에 따라 수신된 패킷을 포워딩한다.
- [0032] 예를 들면, 테이블(2000) 내에 매칭 식별 규칙을 갖는 엔트리가 없을 경우, 통신 디바이스(210)는 컨트롤러(100)에게 엔트리의 설정을 요청한다.
- [0033] 상술한 동작예에서, 통신 디바이스(210)는 식별 규칙에 의거하여, 컨트롤러에 의해 설정된 엔트리 A에 따라 수신된 패킷을 포워딩할지 또는 통신 디바이스에 의해 자율적으로 설정된 엔트리 B에 따라 수신된 패킷을 포워딩할지를 결정한다.
- [0034] 도 4는, 통신 디바이스(210)가, 도 2에 나타난 바와 같이, 컨트롤러에 의해 설정된 엔트리 A를 저장하는 테이블(2000-1) 및 통신 디바이스(210)에 의해 자율적으로 설정된 엔트리 B를 저장하는 테이블(2000-2)을 갖는 경우의 동작예를 나타낸다.
- [0035] 통신 디바이스(210)는 수신된 패킷의 헤더를 식별 규칙과 비교하고, 엔트리 A를 저장하는 테이블(2000-1)을 참조할지, 또는 엔트리 B를 저장하는 테이블(2000-2)을 참조할지를 결정한다. 이 예에서는, 수신된 패킷의 헤더와 식별 규칙을 비교하지만, 그에 한정되지 않고 수신된 패킷의 임의의 정보를 식별 규칙과 비교해도 된다.
- [0036] 엔트리 A 및 엔트리 B는 테이블 내의 어느 엔트리에 따라 수신된 패킷이 포워딩되어야하는지를 결정하기 위한 매칭 규칙을 포함한다. 또한, 엔트리 A 및 엔트리 B는 매칭 규칙에 따른 포워딩 방법도 포함한다. 통신 디바이스(210)는 수신된 패킷의 헤더를 각 엔트리의 매칭 규칙과 비교하고 매칭되는 엔트리의 포워딩 방법에 따라 패킷을 포워딩한다. 예를 들면, 매칭 규칙은 패킷의 수신처의 네트워크 정보를 정의하고, 수신된 패킷의 수신처와 이 네트워크 정보가 매칭될 경우, 수신된 패킷은 포워딩 방법에서 정의된 포트로부터 포워딩된다(수신처의 포트를 향함). 이 예에서는, 수신된 패킷의 헤더와 매칭 규칙을 비교하지만, 그에 한정되지 않고 수신된 패킷의 임의의 정보를 매칭 규칙과 비교해도 된다.
- [0037] 또한, 예를 들면, 통신 디바이스(210)가 테이블(2000-1)을 참조하고 테이블(2000-1)에서 수신된 패킷과 매칭되는 매칭 규칙을 갖는 엔트리가 없을 경우, 통신 디바이스(210)는 컨트롤러(100)에 엔트리의 설정을 요청한다.
- [0038] 상술한 동작예에서, 통신 디바이스(210)는 식별 규칙에 의거하여, 컨트롤러에 의해 설정된 엔트리 A에 따라 수신된 패킷을 포워딩할지, 또는 통신 디바이스에 의해 자율적으로 설정된 엔트리 B에 따라 수신된 패킷을 포워딩할지를 결정한다.
- [0039] 도 5 및 도 6을 참조하여, 컨트롤러(100) 및 통신 디바이스(210)의 구성예를 설명한다. 본 발명은 도 5 및 도 6에 나타난 구성예에 한정되지는 않는다.
- [0040] 도 5는 통신 디바이스(210)의 구성예를 나타낸다. 다른 통신 디바이스(220 내지 240)들은 동일하게 구성된다. 통신부(2104)는 컨트롤러(100)와 통신한다. 예를 들면, 통신부(2104)는 컨트롤러(100)에게 엔트리의 설정을 요청하거나 컨트롤러(100)에 의해 송신된 엔트리와 관련되는 정보를 수신한다. 저장부(2105)는 테이블(2000) 및 식별 규칙을 유지한다. 패킷 처리부(2100)는 저장부(2105)에 의해 유지되는 테이블(2000) 및 식별 규칙을 참조하고, 수신된 패킷의 포워딩, 패킷의 폐기, 및 패킷 헤더의 재가입 등의 패킷 처리를 실행한다. 패킷 처리부(2100)는 엔트리 설정부(2101), 패킷 식별부(2102), 및 판단부(2103)를 포함한다. 엔트리 설정부(2101)는 소정의 라우팅 프로토콜(예를 들면, RIP 및 OSPF)에 의거하여 인접한 통신 디바이스와 라우팅 정보를 교환하고 저장부(2105)에 의해 유지되는 테이블에 엔트리를 설정한다. 또한, 엔트리 설정부(2101)는 수신된 패킷의 송신원 MAC 어드레스와 패킷을 수신한 포트 사이의 연관성을 습득함으로써 엔트리를 생성하고 생성된 엔트리를 테이블

에 설정한다. 패킷 식별부(2102)는 저장부(2105)에 의해 유지되는 식별 규칙에 의거하여 수신된 패킷을 식별한다. 판단부(2103)는, 패킷 식별부(2102)의 식별 결과에 의존하여, 컨트롤러(100)에 의해 설정된 엔트리에 따라 수신된 패킷을 처리할지, 또는 엔트리 설정부(2101)에 의해 설정된 엔트리에 따라 수신된 패킷을 처리할지를 결정한다.

[0041] 도 6은 컨트롤러(100)의 구성예를 나타낸다. 통신부(1001)는 통신 디바이스(210)와 통신한다. 예를 들면, 통신부(1001)는 통신 디바이스(210)로부터 엔트리의 설정 요구를 수신하고, 엔트리에 관한 정보를 통신 디바이스(210)에 송신한다. 엔트리 DB(1003)는 통신 디바이스(210)에 설정될 엔트리 후보를 저장한다. 토폴로지 관리부(1005)는 통신 디바이스(210 내지 240)들로부터 수집된 통신 디바이스의 연결 관계에 의거하여 네트워크 토폴로지 정보를 구축한다. 연산부(1004)는 토폴로지 관리부(1005)에 의해 구축된 네트워크 토폴로지 정보를 참조하고, 패킷의 포워딩 경로 상에서의 통신 디바이스에 의해 실행되는 패킷 처리 방법, 및 처리 방법의 실행 대상 패킷을 특정하는 매칭 규칙을 생성하고, 엔트리 DB에 저장될 엔트리를 생성한다. 엔트리 관리부(1002)는 연산부(1004)에 의해 생성된 엔트리를 엔트리 DB(1003)에 저장한다. 또한, 엔트리 관리부(1002)는 엔트리 DB(1003)에 저장된 엔트리로부터 통신 디바이스(210)를 위해 설정될 엔트리를 선택한다. 식별 규칙 관리부(1006)는 통신 디바이스(210)가 수신된 패킷을 식별하는 식별 규칙을 관리한다. 예를 들면, 테이블이 도 3의 예와 같이 구성될 경우, 식별 규칙 관리부(1006)는 엔트리 DB(1003)에 엔트리 A의 식별 규칙을 설정하고 통신 디바이스(210)에 엔트리 B에 대응하는 식별 규칙을 설정한다. 또한, 예를 들면, 테이블이 도 4의 예와 같이 구성될 경우, 식별 규칙 관리부(1006)는 식별 규칙을 통신 디바이스(210)에 통지한다.

[0042] 예를 들면, 식별 규칙 관리부(1006)는 통신 디바이스(210)에 위임된 권한의 범위에 의거하여 식별 규칙을 생성하고, 통신 디바이스(210)에 대해 식별 규칙을 설정한다. 예를 들면, 식별 규칙 관리부(1006)는, 수신된 패킷이 소정의 네트워크 도메인 내에서 포워딩될 경우 통신 디바이스(210)에 권한을 위임하고, 수신된 패킷이 복수의 네트워크 도메인에 걸쳐 포워딩될 경우 권한을 위임하지 않는다. 통신 디바이스(210)는, 수신된 패킷이 컨트롤러(100)에 의해 위임되지 않은 권한 범위에 속할 경우, 컨트롤러(100)에 의해 설정된 엔트리에 따라 수신된 패킷을 처리한다. 통신 디바이스(210)는, 수신된 패킷이 컨트롤러(100)에 의해 위임된 권한 범위에 속할 경우, 엔트리를 내부에서 자율적으로 설정한다. 또한, 식별 규칙 관리부(1006)는 컨트롤러(100)의 부하 및 컨트롤러(100)와 통신 디바이스간의 정체(congestion) 상태를 고려하여 통신 디바이스(210)에 위임되는 권한 범위를 결정하고, 그 범위에 의거하여 식별 규칙을 생성할 수 있다. 이러한 구성에서, 식별 규칙 관리부(1006)는, 예를 들면 컨트롤러(100)의 부하가 클 경우, 통신 디바이스(210)에 위임되는 권한 범위를 확장할 수 있다. 통신 디바이스(210)에 위임되는 권한 범위를 확장함으로써, 컨트롤러(210)에 대한 엔트리 설정 수가 감소하여, 컨트롤러(100)의 부하가 저감된다.

[0043] 예를 들면, 통신 디바이스(210)는, 테이블(2000)에 수신된 패킷에 대응하는 엔트리가 없을 경우 컨트롤러(100)에게 엔트리 설정 요구를 송신한다. 통신 디바이스(210)는 식별 규칙 관리부(1006)에 의해 설정된 식별 규칙과 수신된 패킷을 비교한 결과에 따라 엔트리 설정 요구를 컨트롤러(100)에게 송신할지의 여부를 결정한다. 즉, 통신 디바이스(210)는, 수신된 패킷이 컨트롤러(100)에 의해 위임된 권한 범위 외일 경우에, 컨트롤러(100)에게 엔트리 설정 요구를 송신한다. 결과적으로, 컨트롤러(100)의 부하를 경감시킬 수 있다.

[0044] 본 발명에서, 컨트롤러(100)는 도 7에 나타낸 바와 같이 통신 디바이스(210)에 일부 종류의 엔트리 A의 설정을 위임할 수 있다. 컨트롤러(100)가 모든 종류의 엔트리 A를 설정할 경우에 비해, 컨트롤러(100)의 부하가 경감된다. 통신 디바이스(210 내지 240)는, 컨트롤러(100)가 통신 디바이스에 권한을 위임한다는 점에서, 테이블(2000)에 엔트리 A를 설정한다. 통신 디바이스(210)는, 예를 들면 식별 규칙을 이용한 엔트리 A의 설정을 고려하는 한, 컨트롤러(100)에 의해 위임되는 권한의 범위 내에 케이스가 있는지의 여부를 결정한다. 예를 들면, 통신 디바이스(210)는 식별 규칙에 의거하여 수신된 패킷을 식별하고, 수신된 패킷의 종류가 소정의 조건과 매칭될 경우 엔트리 A의 설정을 고려하는 한, 이 케이스가 컨트롤러(100)에 의해 위임됨을 결정한다.

[0045] 상술한 바와 같이, 모든 패킷의 포워딩 경로의 제어를 컨트롤러(100)에게 요청하지 않고 통신 디바이스가 권한의 (일부) 부분을 맡음으로써, 컨트롤러(100)의 부하를 경감시킬 수 있다. 또한, 식별 조건은 본 발명이 적용되는 시스템의 이용에 따른 패킷의 종류 및 패킷의 송신원/수신처의 적절한 조합, 컨트롤러 및 통신 디바이스에의 역할의 할당 방법, 및 광역 중앙 제어의 필요 여부에 의해 설정될 수 있다.

[0046] (제 2 실시형태)

[0047] 이어서, 본 발명의 제 2 실시형태를 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 도 8은 본 발명의 제 2 실시형태의 통신 시스템의 구성을 도시하는 도면이다. 도 8은 통신 서비스시스템(2 및 3), 및 이들 통신 서비스시스템에서의 중

간 컨트롤러(12 및 13)를 제어하는 컨트롤러(11)를 포함하는 통신 시스템(1)의 구성을 나타낸다. 또한, 통신 디바이스(140 내지 142)는 통신 시스템(1)에 연결된다.

- [0048] 또한, 도 8에서 컨트롤러(11), 중간 컨트롤러(12 및 13), 및 패킷 포워딩 디바이스(21 내지 23 및 31 내지 33) 사이의 파선은 제어 채널을 나타낸다. 제어 프로토콜로서, 비특허문헌 2의 오픈플로우 프로토콜을 사용할 수 있다.
- [0049] 또한, 통신 서브시스템(2)(또는 3)은 이하의 설명에서 중간 컨트롤러(12)(또는 13) 및 3개의 패킷 포워딩 디바이스(21 내지 23)(또는 31 내지 33)에 의해 구성된다. 도 8의 구성은 본 발명의 설명을 단순화하기 위한 것이며, 도 8에 나타난 구성 요소의 부호 및 연결 관계는 도 8의 예로 한정되는 것은 아니다.
- [0050] 도 9는 도 8에 나타난 컨트롤러(11)의 상세 구성을 나타내는 도면이다. 도 9는 중간 컨트롤러(12 및 13)와 통신하는 통신부(51), 제어 메시지 처리부(52), 경로/작동 연산부(53), 및 중간 컨트롤러 관리부(54), 토폴로지 관리부(55), 플로우 종점 관리부(56), 처리 규칙 관리부(57), 처리 규칙 저장부(58), 위임된 권한 범위 관리부(59), 및 위임된 권한 범위 저장부(60)를 포함하는 구성을 나타낸다. 이들 각부는 다음과 같이 동작한다.
- [0051] 제어 메시지 처리부(52)는 중간 컨트롤러(12 및 13)로부터 수신된 제어 메시지를 분석하고, 제어 메시지 정보를 컨트롤러(11)의 대응하는 처리 수단에 준다.
- [0052] 경로/작동 연산부(53)는, 플로우 종점 관리부(56)에 의해 관리되는 플로우 종점에 관한 정보 및 토폴로지 관리부(55)에 의해 구축된 네트워크 토폴로지 정보에 의거하여, 패킷의 포워딩 경로 및 포워딩 경로 상에서 가상 패킷 포워딩 디바이스로서 동작하는 중간 컨트롤러에 의해 실행되는 작동을 구한다.
- [0053] 중간 컨트롤러 관리부(54)는 컨트롤러(11)에 의해 제어되는 중간 컨트롤러(12 및 13)의 능력을 관리한다(예를 들면, 통신 단말 및 다른 중간 컨트롤러에 의해 관리되는 통신 서브시스템에 연결되는 포트의 수 및 종류, 및 지원되는 작동의 종류 등).
- [0054] 토폴로지 관리부(55)는 중간 컨트롤러(12 및 13)에 의해 관리되는 통신 서브시스템간에서, 통신부(51)를 통해 수집되는 연결 관계에 의거하여, 네트워크 토폴로지 정보를 구축한다.
- [0055] 플로우 종점 관리부(56)는 통신 시스템(1)에서 일어나는 플로우의 종점을 특정하는 정보를 관리한다. 본 실시 형태에서, 플로우 종점 관리부(56)는 플로우 종점을 특정하는 정보로서 통신 단말이 연결될 수 있는 포트에 부여되는 IP 서브넷 정보를 관리하지만, 플로우 종점으로서 관리되는 정보가 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 플로우 종점을 특정하는 정보로서 관리되는 다른 정보는 외부 노드의 위치 정보일 수 있다(어느 통신 디바이스의 어느 포트에 어느 외부 노드가 연결되는지를 특정할 수 있는 정보). 플로우 종점을 특정하는 정보는, 예를 들면 중간 컨트롤러(12 및 13)로부터 패킷 포워딩 능력 통지 및 포워딩 기능 능력 갱신 메시지(후술함)에 의거하여 관리된다.
- [0056] 처리 규칙 관리부(57)는 어떤 종류의 처리 규칙이 어느 중간 컨트롤러에 설정되는지를 관리한다. 더 구체적으로, 처리 규칙 관리부(57)는 경로/작동 연산부(53)에 의한 연산 결과를 처리 규칙으로서 처리 규칙 저장부(58)에 등록하고, 이 처리 규칙을 중간 컨트롤러(12 및 13)에 설정한다. 또한, 중간 컨트롤러(12 및 13)로부터의 처리 규칙 설정 통지 및 처리 규칙 삭제 통지에 의거하여, 처리 규칙 관리부(57)는, 중간 컨트롤러(12 및 13)에서 설정된 처리 규칙이 변할 경우, 처리 규칙 저장부(58)의 대응하는 내용을 갱신한다.
- [0057] 또한, 컨트롤러(11)는 처리 규칙을 유지할 필요가 없을 경우, 처리 규칙 저장부(58)는 생략될 수 있다. 또한, 처리 규칙 저장부(58)가 외부 서버에 별개로 설치되는 구성도 채용할 수 있다.
- [0058] 위임된 권한 범위 관리부(59)는 각각의 중간 컨트롤러(12 및 13)가 포워딩 경로를 자율적으로 제어하는 것이 허용되는 패킷 플로우의 범위(상술한 “식별 조건”에 대응함; “이하의 실시형태에서는 위임된 권한 범위”라 함)를 관리한다. 더 구체적으로, 위임된 권한 범위 관리부(59)는 중간 컨트롤러(12 및 13)에 대한 제어 채널을 구축할 경우, 위임된 권한 범위를 결정하고, 이를 위임된 권한 범위 저장부(60)에 등록하고, 위임된 권한 범위를 중간 컨트롤러(12 및 13)에 설정하고, 위임된 권한 범위 저장부(60)의 내용을 갱신하여 통신 서브시스템간의 토폴로지의 변화로 인한 위임된 권한 범위의 변화 상황을 지원한다. 또한, 위임된 권한 범위 저장부(60)는 도 9에 나타난 예에서 컨트롤러(11)에 설치되지만, 외부 서버에 별개로 설치될 수도 있다.
- [0059] 또한, 본 실시형태에서, 각각의 중간 컨트롤러(12 및 13)에 의해 관리되는 통신 서브시스템의 입력 포트 정보, 출력 포트 정보, 및 플로우 범위는 위임된 권한 범위로서 이용된다. 입력 포트 정보는 통신 서브시스템 내로 흐르는 플로우의 입력 포트 정보이다. 출력 포트 정보는 통신 서브시스템 외로 흐르는 플로우의 출력 포트 정

보이다. 플로우 범위는 통신 서브시스템에서 흐르는 플로우의 범위를 지시하며, 송신원 및 수신처 MAC(Media Access Control) 어드레스, 송신원 및 수신처 IP 어드레스, 및 송신원 및 수신처 L4(layer 4) 포트 정보에 의해 특정되는 정보이다. 위임된 권한 범위는 도 12 및 도 13을 이용하여 후에 상세히 설명한다.

- [0060] 또한, 본 실시형태에서, 위임된 권한 범위 관리부(59)는 중간 컨트롤러(12 및 13)가 통신 서브시스템 내에서 임의의 통신의 포워딩 경로를 제어하도록 허용하는 위임된 권한 범위를 생성하는 방식을 갖는다.
- [0061] 상술한 컨트롤러(11)는 중간 컨트롤러 관리부(54) 및 위임된 권한 범위 관리부(59)가 비특허문헌 1에 기술된 오픈플로우 컨트롤러에 기본적으로 추가되는 구성으로 실현될 수 있다.
- [0062] 또한, 도 9에 나타난 컨트롤러(11)의 각부(처리 수단)는, 컨트롤러(11)를 구성하는 컴퓨터가 하드웨어를 이용하여 상술한 각 처리를 실행하게 하는 컴퓨터 프로그램에 의해 실현될 수 있다. 프로그램은 컴퓨터 판독 가능한 비일시적인 기록 매체 상에 기록될 수 있다. 이러한 경우에, 프로그램은 컴퓨터를, 의도하는 (프로그래밍된) 처리 또는 단계를 동작하는 기능부(또는 수단)로서, 전체적으로는 컨트롤러를 구성하게 동작시킨다.
- [0063] 도 10은 도 2에 나타난 중간 컨트롤러(12)(또는 13)의 상세 구성을 도시하는 도면이다. 도 10은 패킷 포워딩 디바이스(21 내지 23 및 31 내지 33)와 통신하는 통신부(51), 제어 메시지 처리부(52), 경로/작동 연산부(53), 패킷 포워딩 디바이스 관리부(61), 토폴로지 관리부(55), 플로우 종점 관리부(56), 처리 규칙 관리부(57), 처리 규칙 저장부(58), 위임된 권한 범위 관리부(59), 위임된 권한 범위 저장부(60), 및 가상 패킷 포워딩 디바이스부(62)를 포함하는 구성을 나타낸다. 이들 각부는 이하와 같이 동작한다.
- [0064] 제어 메시지 처리부(52)는 패킷 포워딩 디바이스(21 내지 23 및 31 내지 33)로부터 수신된 제어 메시지를 분석하고, 제어 메시지 정보를 중간 컨트롤러(12)(또는 13)에 대응하는 처리 수단에 준다.
- [0065] 경로/작동 연산부(53)는 패킷 포워딩 디바이스로부터 새로운 플로우 검출 통지(Packet-In) 메시지에 의해 처리 규칙을 설정하기 위한 요청에 의거하여, 위임된 권한 범위 관리부(59)에 의해 관리되는 위임된 권한 범위에 새롭게 검출된 패킷 플로우가 속하는지의 여부를 확인하고, 속할 경우, 경로/작동 연산부(53)는 플로우 종점 관리부(56)에 의해 관리되는 플로우 종점에 관한 정보 및 토폴로지 관리부(55)에 의해 구축된 네트워크 토폴로지 정보에 의거하여 패킷의 포워딩 경로 및 패킷의 포워딩 경로 상의 패킷 포워딩 디바이스에 의해 실행되는 작동을 구한다. 한편, 새롭게 검출된 패킷 플로우가 위임된 권한 범위에 속하지 않을 경우, 경로/작동 연산부(53)는 가상 패킷 포워딩 디바이스부(62)와 협업하여 처리 규칙의 설정을 컨트롤러(11)에게 요청한다. 또한, 가상 패킷 포워딩 디바이스부(62)를 통해 컨트롤러(11)로부터 수신된 처리 규칙을 설정하는 지시에 추종해서, 경로/작동 연산부(53)는 컨트롤러(11)로부터 수신된 처리 규칙에 따라 패킷의 포워딩 경로 및 포워딩 경로 상의 패킷 포워딩 디바이스에 의해 실행되는 작동을 구한다.
- [0066] 패킷 포워딩 디바이스 관리부(61)는 중간 컨트롤러(12)(또는 13)에 의해 제어되는 패킷 포워딩 디바이스의 능력을 관리한다(예를 들면, 포트의 수 및 포트의 종류, 및 지원되는 작동의 종류 등).
- [0067] 토폴로지 관리부(55)는 통신부(51)를 통해 수집되는 패킷 포워딩 기능의 연결 관계에 의거하여 네트워크 토폴로지 정보를 구축한다.
- [0068] 플로우 종점 관리부(56)는 통신 서브시스템에서 일어나는 플로우의 종점을 특정하는 정보를 관리한다. 본 실시형태에서, 플로우 종점 관리부(56)는 플로우 종점을 특정하는 정보로서 통신 단말이 연결될 있는 포트에 부여되는 IP 서브넷 정보를 관리하지만, 컨트롤러(11)의 경우에 있어서 플로우 종점으로서 관리되는 정보가 그에 한정되지 않는다. 플로우 종점을 특정하는 정보는, 예를 들면 패킷 포워딩 디바이스로부터의 포워딩 기능 능력 통지 메시지에 의거하여 적절하게 갱신된다.
- [0069] 처리 규칙 관리부(57)는 어떤 종류의 처리 규칙이 어느 패킷 포워딩 디바이스에 설정되는지를 관리한다. 더 구체적으로, 처리 규칙 관리부(57)는 경로/작동 연산부(53)에 의한 연산 결과를 처리 규칙으로서 처리 규칙 저장부(58)에 등록하고, 이 처리 규칙을 대응하는 패킷 포워딩 디바이스에 설정한다. 또한, 패킷 포워딩 디바이스로부터의 처리 규칙 삭제 통지에 의거하여, 처리 규칙 관리부(57)는, 패킷 포워딩 디바이스에서 설정된 처리 규칙이 변화될 경우, 처리 규칙 저장부(58)의 대응하는 내용을 갱신한다.
- [0070] 또한, 중간 컨트롤러(12)(또는 13)가 처리 규칙을 유지할 필요가 없다면, 처리 규칙 저장부(58)는 생략될 수 있다. 또한, 처리 규칙 저장부(58)가 외부 서버에 별개로 설치되는 구성을 채용할 수도 있다.
- [0071] 위임된 권한 범위 관리부(59)는 컨트롤러(11)에 의해 위임된 권한 범위를 관리한다. 더 구체적으로, 위임된 권한 범위 관리부(59)는 컨트롤러(11)에 대한 제어 채널이 구축될 경우, 위임된 권한 범위를 위임된 권한 범위 지

장부(60)에 등록한다. 또한, 컨트롤러(11)가 통신 서브시스템간의 토폴로지 변화에 기인해서 위임된 권한 범위를 갱신할 경우, 위임된 권한 범위 관리부(59)는 위임된 권한 범위 저장부(60)의 대응하는 내용을 갱신한다. 위임된 권한 범위 저장부(60)는 별개로 외부 서버에 설치될 수 있다.

[0072] 또한, 본 실시형태에서, 각각의 중간 컨트롤러(12 및 13)에 의해 관리되는 통신 서브시스템의 입력 포트 정보, 출력 포트 정보, 및 플로우 범위는 위임된 권한 범위로서 이용된다. 입력 포트 정보는 통신 서브시스템 내에 흐르는 플로우의 입력 포트 정보이다. 출력 포트 정보는 통신 서브시스템 외로 흐르는 플로우의 출력 포트 정보이다. 플로우 범위는 통신 서브시스템에서 흐르는 플로우의 범위를 지시하며, 송신원 및 수신처 MAC(Media Access Control) 어드레스, 송신원 및 수신처 IP 어드레스, 및 송신원 및 수신처 L4(layer 4) 포트 정보에 의해 특정되는 정보이다. 위임된 권한 범위는 도 12 및 도 13을 이용하여 후에 상세히 설명한다.

[0073] 가상 패킷 포워딩 디바이스부(62)는 하나의 로직 패킷 포워딩 디바이스로서 하나 이상의 패킷 포워딩 디바이스(21 내지 23)(또는 31 내지 33)에 의해 구성되는 통신 서브시스템(2)(또는 3)을 관리한다. 더 구체적으로, 패킷 포워딩 디바이스 관리부(61) 및 토폴로지 관리부(55)와 협업하여, 가상 패킷 포워딩 디바이스부(62)는 외부 통신 기능에 접속 가능한 포트 그룹을 검출하고(예를 들면, 다른 통신 서브시스템에 속하는 통신 단말 및 패킷 포워딩 디바이스), 이들 포트 그룹을 구비하는 가상 패킷 포워딩 디바이스를 형성한다. 중간 컨트롤러(12)(또는 13)가 컨트롤러(11)에 대한 제어 채널을 구축할 경우, 가상 패킷 포워딩 디바이스부(62)는 하나의 가상 패킷 포워딩 디바이스로서 중간 컨트롤러(12)(또는 13)에 의해 관리되는 통신 서브시스템(2)(또는 3)으로, 패킷 포워딩 능력을 컨트롤러(11)에게 통지한다. 또한, 가상 패킷 포워딩 디바이스부(62)는 경로/작동 연산부(53)로부터의 요청에 의거하여 처리 규칙의 설정을 컨트롤러(11)에게 요청한다. 또한, 컨트롤러(11)로부터 처리 규칙 설정 메시지를 수신할 경우, 가상 패킷 포워딩 디바이스부(62)는 통신 서브시스템을 위해 메시지를 변환하고, 처리 규칙의 설정을 경로/작동 연산부(53)에 요청한다.

[0074] 상술한, 중간 컨트롤러(12)(또는 13)는, 위임된 권한 범위 관리부(59) 및 가상 패킷 포워딩 디바이스부(62)가 비특허문헌 1에 기술된 오픈플로우 컨트롤러에 기본적으로 추가되는 구성으로 실현될 수 있다.

[0075] 또한, 도 10에 나타난 중간 컨트롤러(12)(또는 13)의 각부(처리 수단)는, 중간 컨트롤러(12)(또는 13)를 구성하는 컴퓨터가 하드웨어를 이용하여 상술한 각 처리를 실행하게 하는 컴퓨터 프로그램에 의해 실현될 수 있다. 프로그램은 컴퓨터 판독 가능한 비일시적인 기록 매체 상에 기록될 수 있다. 이러한 경우에, 프로그램은 컴퓨터를, 의도하는 (프로그래밍된) 처리 또는 단계를 동작시키는 기능부(또는 수단)로서, 전체적으로는 컨트롤러를 구성하게 동작시킨다.

[0076] 패킷의 수신 시, 패킷 포워딩 디바이스(21 내지 23)(또는 31 내지 33)는 처리 규칙을 저장하는 처리 규칙 저장부에서 수신된 패킷과 매칭되는 매칭 규칙을 갖는 처리 규칙 엔트리에 대해 검색하고, 처리 규칙에 부여된 작동에 따라 처리(예를 들면, 특정 포트에의 포워딩, 플러딩, 폐기 등)를 행한다.

[0077] 또한, 패킷 포워딩 디바이스(21 내지 23)(또는 31 내지 33)는, 패킷을 처리할 때마다, 대응하는 처리 규칙의 작동 필드에서 타이머(타임아웃 정보)를 재설정한다. 타이머가 “0”을 지시할 때, 패킷 포워딩 디바이스(21 내지 23)(또는 31 내지 33)는 처리 규칙 저장부에서 대응하는 처리 규칙 엔트리를 삭제한다. 이 때문에, 더 이상 사용되지 않는 처리 규칙이 무기한으로 남아 있거나 의도하지 않은 작동이 실행되게 되는 것을 방지할 수 있다.

[0078] 또한, 상술한 패킷 포워딩 디바이스(21 내지 23)(또는 31 내지 33)는 비특허문헌 1의 오픈플로우 스위치와 동일한 구성으로 실현될 수 있다.

[0079] 이어서, 본 실시형태의 전체 동작을 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 중간 컨트롤러(12)(또는 13)는 패킷 포워딩 디바이스(21 내지 23)에 대해 제어 채널을 구축하는 일련의 단계 및 중간 컨트롤러(12)가 컨트롤러(11)에 대해 제어 채널을 구축하는 일련의 단계를 설명한다.

[0080] 도 11은 본 발명의 제 2 실시형태의 동작(위임된 권한 범위의 통지)을 나타내는 순서도이다. 도 11을 참조하면, 우선, 중간 컨트롤러(12)는 패킷 포워딩 디바이스(21 및 22)에 대한 제어 채널을 구축하고(단계 S001 및 단계 S003), 이어서 컨트롤러(11)에 대한 제어 채널을 구축한다(단계 S005). 또한, 도 11에 나타난 예에서, 중간 컨트롤러(12)는 패킷 포워딩 디바이스(23)에 대한 제어 채널을 구축하며(단계 S008), 그 후 통신 서브시스템(2)의 구성을 변경하고, 이 변화를 컨트롤러(11)에 통지한다(단계 S010).

[0081] 중간 컨트롤러(12)가 각각의 제어 채널을 구축하는 단계 및 그 후의 절차를 도 11의 순서에 따라 설명한다. 패킷 포워딩 디바이스(21)는 통신 서브시스템(2)에 연결되고, 중간 컨트롤러(12)에 대한 제어 채널을 구축한다(단계 S001). 여기에서 확립되는 제어 채널은, 예를 들면 제어 채널에 대한 포트 번호를 이용한 TCP(Transmission

Control Protocol) 또는 SSL(Secure Sockets Layer) 접속이다. 이어서, 패킷 포워딩 디바이스(21)는 자신에 대한 정보를 포워딩 능력 통지 메시지를 통해 중간 컨트롤러(12)에 통지한다(단계 S002).

- [0082] 여기에서, 패킷 포워딩 디바이스(21)에 의해 송신되는 정보의 예는 패킷 포워딩 디바이스 자신(여기에서는 패킷 포워딩 디바이스(21))의 식별자, 각 포트의 정보, 및 지원되는 작동에 대한 정보이다. 패킷 포워딩 디바이스의 식별자로서는, 예를 들면 IP 어드레스가 송신될 수 있다. IP 어드레스는 패킷 포워딩 디바이스의 식별자의 예이고, IP 어드레스 이외의 정보가 식별자로서 송신될 수 있다. 포트 정보의 예는 패킷 포워딩 디바이스의 각 포트의 포트 식별자, 각 포트에 연결된 링크의 종류, 및 각 포트에 연결된 링크의 종류에 관련된 정보일 수 있다. 예를 들면, 포트 번호는 포트 식별자일 수 있다. 예를 들면, 링크 종류 정보는 이더넷(등록 상표) 및 파이버 채널 등의 다른 프레임 종류를 갖는 링크 종류를 지시하는 정보이다. 링크에 관련된 정보의 내용은 링크의 종류에 따라 변한다. 예를 들면, 링크의 종류가 이더넷일 경우, 링크에 관한 정보의 예는 MAC 어드레스, 지원되는 통신 속도, 및 통신 방법(예를 들면, 전이중 방식, 반이중 방식 등)이다. 링크에 관련된 정보는 링크 속성 정보라 할 수 있다. 작동 정보의 예는 일반 패킷 포워딩에 외에도, MAC 어드레스 변환, IP 어드레스 변환, 및 L4 포트 번호 변환이다.
- [0083] 또한, 포워딩 능력 통지 메시지로써, 비특허문헌 2의 Feature Request에 대한 응답으로서 송신되는 Feature Reply 메시지를 이용할 수 있다.
- [0084] 패킷 포워딩 디바이스(21)로부터 포워딩 능력 통지 메시지의 수신 시, 중간 컨트롤러(12)는 그 내용을 패킷 포워딩 디바이스 관리부(61)에 저장한다.
- [0085] 이어서, 동일한 절차에 따라, 중간 컨트롤러(12)는 패킷 포워딩 디바이스(22)에 대한 제어 채널을 구축하고, 패킷 포워딩 디바이스(22)의 포워딩 능력을 패킷 포워딩 디바이스 관리부(61)에 저장한다(단계 S003 및 단계 S004).
- [0086] 이어서, 중간 컨트롤러(12)는 컨트롤러(11)에 대한 제어 채널의 구축을 위한 사전 준비로서 통신 서브시스템(2)의 토폴로지를 검색하고, 그 결과를 토폴로지 관리부(55)에 저장한다(도 1에서는 생략). 토폴로지 정보가 갱신되었을 경우, 가상 패킷 포워딩 디바이스부(62)는 하나의 가상 패킷 포워딩 디바이스로서 패킷 포워딩 디바이스(21 및 22)에 의해 구축된 통신 서브시스템(2)을 형성한다. 여기에서 형성되는 가상 패킷 포워딩 디바이스는 2개의 포트를 갖는다. 하나의 포트는 통신 서브시스템(2)에 의해 도 8에서 통신 단말(140)에 접속하는데 사용되는 포트이고, 다른 포트는 통신 서브시스템(2)에 의해 패킷 포워딩 디바이스(31)에 접속하는데 이용된다. 여기에서, 이들에 포트 번호로서 1 및 2가 부여되는 것으로 상정한다.
- [0087] 자신과 함께 가상 패킷 포워딩 디바이스 및 통신 서브시스템(2)을 구성하는 패킷 포워딩 디바이스를 형성한 후, 중간 컨트롤러(12)는 컨트롤러(11)에 대한 제어 채널을 구축하고(단계 S005), 가상 패킷 포워딩 디바이스에 관한 정보를 포워딩 능력 통지 메시지를 통해 컨트롤러(11)에게 통지한다(단계 S006). 이 때, 중간 컨트롤러(12)는 자신이 중간 컨트롤러이라는 점을 통지한다.
- [0088] 중간 컨트롤러(12)의 가상 패킷 포워딩 디바이스에 관한 정보를 획득 시, 컨트롤러(11)는 정보를 중간 컨트롤러 관리부(54)에 저장한다. 이어서, 중간 컨트롤러(12)의 가상 패킷 포워딩 디바이스 정보가 새롭게 등록 또는 갱신될 경우, 컨트롤러(11)의 위임된 권한 범위 관리부(59)는, 중간 컨트롤러(12)가 자유롭게 경로를 제어할 수 있는 위임된 권한 범위를 결정하고, 위임된 권한 범위 메시지를 통해 위임된 권한 범위를 중간 컨트롤러(12)에 통지한다(단계 S007).
- [0089] 본 실시형태에 있어서, 단계 S007에서 도 12에 나타난 위임된 권한 범위가 통지된다. 도 12에 나타난 예에서, 포트 번호로서 “1” 및 “2”를 갖는 가상 패킷 포워딩 디바이스에 관한 정보에 의거하여, 입력 포트 정보 및 출력 포트 정보가 모두 “1”이고 플로우 범위가 어느 대상도 특정하지 않는 “Any”인 위임된 권한 범위가 통지된다.
- [0090] 위임된 권한 범위의 획득 시, 중간 컨트롤러(12)는 이를 위임된 권한 범위 관리부(59)에 저장한다.
- [0091] 이어서, 패킷 포워딩 디바이스(23)가 중간 컨트롤러(12)에 대한 새로운 채널을 구축하고자 할 경우, 패킷 포워딩 디바이스(21 및 22)와 동일한 절차에 따라, 중간 컨트롤러(12)는 패킷 포워딩 디바이스(23)에 대한 제어 채널을 구축하고, 패킷 포워딩 디바이스(23)의 포워딩 능력을 패킷 포워딩 디바이스 관리부(61)에 저장한다(단계 S009). 이어서, 중간 컨트롤러(12)는 토폴로지를 재검색하고, 토폴로지 정보의 갱신의 검출 시, 중간 컨트롤러(12)는 다시 가상 패킷 포워딩 디바이스를 형성하고 가상 패킷 포워딩 디바이스에 관한 최신의 정보를 컨트롤러

(11)에게 통지한다(단계 S010).

- [0092] 여기에서 형성되는 가상 패킷 포워딩 디바이스는 4개의 포트를 갖는다. 제 1 포트는 도 8의 통신 단말(140)에 연결되고, 제 2 포트는 패킷 포워딩 디바이스(31)에 연결되고, 제 3 포트는 패킷 포워딩 디바이스(33)에 연결되고, 제 4 포트는 통신 단말(141)에 연결된다. 여기에서, 1 내지 4는 각 포트에 포트 번호로서 부여되는 것으로 상정한다.
- [0093] 중간 컨트롤러(12)의 가상 패킷 포워딩 디바이스에 관한 정보의 갱신의 검출 시, 컨트롤러(11)는 위임된 권한 범위를 재결정하고 이 위임된 권한 범위를 위임된 권한 범위 메시지를 통해 중간 컨트롤러(12)에게 통지한다(단계 S011).
- [0094] 본 실시형태에 있어서, 단계 S011에서, 도 13에 나타난 위임된 권한 범위가 통지된다. 도 13에 나타난 예에서, 이전 포트 번호로서의 “1” 및 “2”에 “3” 및 “4”를 추가한 가상 패킷 포워딩 디바이스에 관한 정보에 의거하여, 양쪽 입력 포트 정보 및 출력 포트 정보가 “1” 및 “4”이고, 플로우 범위가 어떠한 대상도 특정하지 않는 “Any”인 위임된 권한 범위가 통지된다. 즉, 본 실시형태에 있어서, 통신 서브시스템 내에서 근접한 임의의 통신(통신 서브시스템 내에서 완성되는 통신 단말간의 통신)의 포워딩 경로를 자율적으로 결정하게 중간 컨트롤러(12)에 허용하는 권한이 위임된다.
- [0095] 이어서, 제어 채널의 구축 후의 통신의 플로우를 기술한다. 도 14는 도 8에 나타난 통신 단말(140 및 141)간의 통신의 플로우를 나타내는 순서도이다. 도 8의 통신 단말(140 및 141)은 통신 시스템(2)에서 패킷 포워딩 디바이스(21 및 23)에 각각 접속된다. 즉, 통신 단말(140 및 141)간의 통신은 통신 서브시스템 내에서 근접된다.
- [0096] 도 14를 참조하면, 우선, 통신 단말(140)은 데이터 패킷을 통신 단말(141)에 송신한다(단계 S101). 데이터 패킷의 수신 시, 패킷 포워딩 디바이스(21)는 처리 규칙 저장부를 참조하고 수신된 패킷과 매칭되는 처리 규칙 엔트리를 검색한다. 그러나, 이 패킷은 통신 단말(140)로부터 통신 단말(141)에 송신되는 제 1 패킷이므로, 매칭 처리 규칙이 없다. 따라서, 패킷 포워딩 디바이스(21)는 수신된 패킷을 버퍼링하고, 새로운 검출 통지(Pack-in 메시지)를 중간 컨트롤러(12)에 송신한다(단계 S102).
- [0097] 이 새로운 플로우 검출 통지는 처리 규칙을 생성하는데 필요한 정보(예를 들면, MAC 어드레스, IP 어드레스, 포트 번호(송신기 및 수신기의 포트 번호를 각각 포함) 및 패킷 수신 포트 정보)를 포함한다.
- [0098] 또한, 패킷 포워딩 디바이스(21)는 수신된 패킷을 버퍼링하고 상술한 단계 S102에서 처리 규칙을 생성하는데 필요한 정보만 중간 컨트롤러(12)에 송신하지만, 패킷 포워딩 디바이스(21)는 단순히 수신된 패킷을 중간 컨트롤러(12)에 송신할 수 있다.
- [0099] 도 15에 나타난 바와 같이, 새로운 플로우 검출 통지의 수신 시, 중간 컨트롤러(12)는 패킷 플로우가 중간 컨트롤러(12)에 의해 제어되어야 하는 플로우인지의 여부를 결정하고, 경로를 연산 및 생성한다. 여기에서, 통신 단말(140 및 141)간의 통신이 상술한 바와 같이 통신 서브시스템 내에서 근접되므로, 중간 컨트롤러(12)는 처리 규칙을 경로 상의 패킷 포워딩 디바이스인 패킷 포워딩 디바이스(21 및 23)에 설정한다(단계 S103). 비특허문헌 2의 Flow Modification 메시지는 처리 규칙을 설정하는데 이용될 수 있다.
- [0100] 또한, 중간 컨트롤러(12)는 처리 규칙 설정 통지로서 컨트롤러(11)에 설정된 처리 규칙을 통지한다. 여기에서 통지된 처리 규칙은 가상 패킷 포워딩 디바이스부(62)에 의해 형성되는 가상 패킷 포워딩 디바이스에 대응하는 처리 규칙으로 변환되는 것이 바람직하다.
- [0101] 처리 규칙이 패킷 포워딩 디바이스(21 및 23)에 설정된 후에, 패킷 포워딩 디바이스(21)는 처리 규칙의 작동 필드의 내용에 따라 버퍼링된 패킷을 포워딩한다. 이 패킷은, 이 패킷의 포워딩 경로 상의 패킷 포워딩 디바이스(21)에 추종해서 처리 규칙이 패킷 포워딩 디바이스(23)에 이미 설정되어 있으므로, 패킷 포워딩 디바이스들(21 및 23)의 순서대로 포워딩되어 통신 단말(141)에 이른다.
- [0102] 이하, 새로운 플로우 검출 통지를 수신한 중간 컨트롤러(12)의 동작을 기술한다. 도 15는 새로운 플로우 검출 통지를 수신한 중간 컨트롤러(12)의 동작을 나타내는 흐름도이다.
- [0103] 도 15를 참조하면, 새로운 플로우의 수신 시(단계 S201), 중간 컨트롤러(12)는 새로운 플로우를 검출한 패킷 포워딩 디바이스 및 새로운 플로우 검출 통지에 포함된 정보로부터 그 입력 포트를 특정하고, 입력 포트가 위임된 권한 범위에 정의된 입력 포트 정보에 속하는지의 여부를 검사한다(단계 S202). 새로운 플로우를 검출한 패킷 포워딩 디바이스가 패킷 포워딩 디바이스(21)이고, 그 입력 포트가 통신 단말(140)에 연결되는 포트 번호 “1”

을 갖는 포트이다. 따라서, 단계 S202에서 플로우가 위임된 권한 범위(제어 대상 플로우) 내라고 결정된다.

- [0104] 이어서, 중간 컨트롤러(12)는 후속으로 수신된 데이터 패킷이 위임된 권한 범위에서 정의된 플로우 범위 내인지의 여부를 검사한다(단계 S203). 플로우 범위가 도 13에 나타난 바와 같이 임의의 대상을 특정하지 않는 “Any”로 설정되어 있으므로, 데이터 패킷이 단계 S203에서 위임된 권한 범위(제어 대상 플로우) 내라고 결정된다.
- [0105] 이어서, 중간 컨트롤러(12)는 플로우 종점 관리부(56)의 관리 정보로부터 특정되는 데이터 패킷의 출력 수신처 및 수신된 데이터 패킷의 수신처 IP 어드레스가 위임된 권한 범위에서 정의된 출력 포트에 속하는지의 여부를 검사한다(단계 S204). 데이터 패킷의 수신처가 통신 단말(141)이고, 출력 수신처가 통신 단말(141)에 접속되는 패킷 포워딩 디바이스(23)의 포트 번호 “4”를 갖는 포트이다. 따라서, 단계 S204에서, 데이터 패킷의 출력 수신처는 위임된 권한 범위(제어 대상 플로우) 내라고 결정된다.
- [0106] 상술한 바와 같이 수신된 데이터 패킷이 위임된 권한 범위 내라고 결정될 때, 중간 컨트롤러(12)는 경로를 연산하고 처리 규칙을 생성한다(단계 S205). 여기에서, 연산의 결과로서, 패킷 포워딩 디바이스들(21 및 23)의 순서로 패킷이 포워딩되는 경로가 연산된다고 상정한다. 또한, 중간 컨트롤러(12)는 통신 단말(140)의 것이 되는 송신원 MAC 어드레스 및 송신원 IP 어드레스, 및 통신 단말(141)의 것이 되는 송신원 MAC 어드레스 및 송신원 IP 어드레스, 및 대응하는 패킷이 연산된 경로를 따라 포워딩되어 실행되는 작동을 요하는 매칭 규칙을 갖는 처리 규칙을 생성하는 것을 상정한다.
- [0107] 이어서, 중간 컨트롤러(12)는 생성된 처리 규칙을 설정하고(단계 S206) 처리 규칙 설정 통지를 컨트롤러(11)에 송신한다(단계 S207). 또한, 중간 컨트롤러(12)는 패킷 포워딩 디바이스(21 및 23)에 설정된 처리 규칙을 처리 규칙 관리부(57)를 통해, 처리 규칙 저장부(58)에 등록한다.
- [0108] 단계 S202 내지 단계 S204에서 어느 하나의 항목이 위임된 권한 범위(제어 대상 플로우) 내에 있지 않다고 판단되면, 중간 컨트롤러(12)는 새로운 검출 통지를 컨트롤러(11)에 송신한다. 새로운 플로우 검출 통지에 포함되는 패킷 포워딩 디바이스의 식별 정보 및 입력 포트 정보는 중간 컨트롤러(12)의 가상 패킷 포워딩 디바이스부(62)에 의해 형성된 가상 패킷 포워딩 디바이스에 대응하는 정보로 변환되는 것이 바람직하다. 그 후의 동작에 대해, 도 21을 이용하여 기술하는 바와 같이, 초기에 컨트롤러(11)는 패킷의 포워딩 경로를 연산하고, 처리 규칙을 각각의 패킷 포워딩 디바이스에 설정한다.
- [0109] 이어서, 도 16을 참조하면, 이는 도 8의 통신 단말(140 및 142)간의 통신의 플로우를 나타내는 순서도이다. 도 8에서 통신 단말(140)은 통신 서브시스템(2)의 패킷 포워딩 디바이스(21)에 접속되며, 도 8의 통신 단말(142)은 통신 서브시스템(3)의 패킷 포워딩 디바이스(32)에 연결된다. 즉, 통신 단말(140 및 142)간의 통신은 통신 서브시스템 내에서 근접하지 않다.
- [0110] 우선, 통신 단말(140)은 데이터 패킷을 통신 단말(142)에 송신한다(단계 S301). 이 경우에도 매칭되는 처리 규칙이 없으므로, 패킷 포워딩 디바이스(21)는 도 13의 경우에서와 같이, 수신된 패킷을 버퍼링하고, 새로운 플로우 검출 통지를 중간 컨트롤러(12)에게 송신한다(단계 S302).
- [0111] 새로운 플로우 검출 통지의 수신 시, 중간 컨트롤러(12)는 패킷 플로우가, 도 15의 흐름도에 나타난 바와 같이 중간 컨트롤러(12)에 의해 제어되어야 할 플로우인지의 여부를 결정한다. 통신 단말(140 및 142)간의 앞서 기술한 바와 같이 통신 서브시스템 내에서 근접하지 않으므로(출력 포트가 중간 컨트롤러(12)의 권한의 범위 외임), 도 15의 단계 S208에 나타난 바와 같이, 중간 컨트롤러(12)는 새로운 플로우 검출 통지를 컨트롤러(11)에게 송신한다(단계 S303).
- [0112] 또한, 이 새로운 플로우 검출 통지에 포함된 패킷 포워딩 디바이스의 식별 정보 및 입력 포트 정보는 중간 컨트롤러(12)의 가상 패킷 포워딩 디바이스부(62)에 의해 형성되는 가상 패킷 포워딩 디바이스에 대응하는 정보로 변환되는 것이 바람직하다.
- [0113] 컨트롤러(11)는 각각의 통신 서브시스템(2 및 3)을 하나의 단일 가상 패킷 포워딩 디바이스로서 인식하므로, 새로운 플로우 검출 통지의 수신 시 컨트롤러(11)는 패킷의 포워딩 경로를 연산하고 설정될 처리 규칙을 새롭게 생성한다. 여기에서, 경로 연산의 결과로서, 통신 서브시스템(2)에 대응하는 가상 패킷 포워딩 디바이스 및 통신 서브시스템(3)에 대응하는 가상 패킷 포워딩 디바이스의 순서로 패킷이 포워딩되는 경로가 연산되는 것으로 상정한다. 또한, 컨트롤러(11)는 송신원 MAC 어드레스 및 송신원 IP 어드레스가 통신 단말(140)의 것이고 송신원 MAC 어드레스 및 송신원 IP 어드레스가 통신 단말(142)의 것임을 기술하는 것을 처리 규칙에 대해 결정하고

연산된 경로를 따라 패킷을 포워딩하는 작동을 갖는 처리 규칙을 생성하는 것으로 상정한다.

- [0114] 컨트롤러(11)는 패킷 포워딩 경로 상의 중간 컨트롤러인 중간 컨트롤러(12 및 13)에, 생성된 처리 규칙을 설정한다(단계 S304). 컨트롤러(11)는 설정된 처리 규칙을 처리 규칙 관리부(57)를 통해 처리 규칙 저장부(58)에 등록한다.
- [0115] 컨트롤러(11)로부터의 처리 규칙 설정 메시지의 수신 시, 중간 컨트롤러(12 및 13)는 가상 패킷 포워딩 디바이스부(62) 및 경로/작동 연산부(53)를 이용하여 자신에 의해 제어되는 통신 서비스시스템을 위해 처리 규칙을 변환하고(가상 패킷 포워딩 디바이스의 처리 규칙을 실제 및 개개의 패킷 포워딩 디바이스의 처리 규칙으로 변환), 변환된 처리 규칙을 패킷 포워딩 디바이스에 설정한다(단계 S305).
- [0116] 패킷 포워딩 디바이스에 처리 규칙이 설정된 후, 패킷 포워딩 디바이스(21)는 처리 규칙에 따라 버퍼링된 패킷을 포워딩한다(단계 S306-1). 처리 규칙이 이 패킷의 포워딩 경로 상의 패킷 포워딩 디바이스에 이미 설정되어 있으므로(단계 S306-2 내지 단계 S306-4), 이 패킷은 패킷 포워딩 디바이스(21, 22, 31, 및 32)들의 순서로 포워딩되어, 통신 단말(142)에 이른다. 마찬가지로, 후속 패킷 플로우에 설정된 처리 규칙에 따라 포워딩된다(단계 S307-1 내지 단계 S307-4).
- [0117] 상술한 바와 같이, 본 실시형태에 따르면, 단위 컨트롤러의 제어 부하를 경감할 수 있다(제 1 효과). 그 이유는, 패킷의 포워딩 경로를 제어하기 위한 부하를 복수의 컨트롤러 중에 분산하도록 컨트롤러가 계층화되고 분산화되기 때문이다.
- [0118] 또한, 본 실시형태에 따르면, 하위 컨트롤러에 의해 유지되는 로컬 네트워크 정보만을 이용하여 연산될 수 없는, 또는 연산되지 않을 패킷 플로우의 경로 제어가 실현될 수 있다(제 2 효과). 그 이유는, 상위 컨트롤러는, 하위 컨트롤러에 의해 유지되는 로컬 네트워크 정보로 어드레싱될 수 있거나 어드레싱되어야 할 범위를, 하위 컨트롤러가 경로를 제어하게 허용되는 범위(위임된 권한 범위)로서 특정하고, 상위 컨트롤러가 이 범위를 넘는 경로를 제어하기 때문이다.
- [0119] 또한, 본 실시형태에 따르면, 세부 경로 제어를 실현할 수 있다(제 3 효과). 그 이유는, 상위 컨트롤러가 통신 서비스시스템 레벨에서 경로를 제어하며 패킷 플로우의 입력 및 출력만을 특정하고(상기 가상 패킷 포워딩 디바이스에 관한 설명을 참조), 각각의 개별 패킷 플로우를 어떻게 처리할지를 특정하지 않고 하위 컨트롤러가 경로를 제어하는데 허용되는 위임된 권한 범위를 상위 컨트롤러가 단지 특정하는 점으로 인해, 하위 컨트롤러가 더 세부 경로 제어를 행할 수 있기 때문이다. 이 때, 각각의 하위 컨트롤러에 의해 관리되는 범위의 네트워크 상태를 고려하여 하위 컨트롤러가 경로 제어를 행함으로써, 시시각각 변하는 네트워크 상태를 고려한 경로 제어를 실현할 수 있다.
- [0120] 또한, 본 실시형태에 따르면, 상위 컨트롤러가 처리 규칙(플로우 엔트리) 설정 메시지에 의거하여 패킷의 입력 및 출력을 특정하고, 이 사항을 수신한 중간 컨트롤러는 처리 규칙(플로우 엔트리) 설정 메시지에 의거하여 패킷 포워딩 디바이스를 제어하므로, 연결되는 패킷 포워딩 디바이스가 가상 디바이스인지의 여부를 결정할 필요가 없다면, 상위 컨트롤러는 비특허문헌 2의 오픈플로우 컨트롤러 및 오픈플로우 스위치로서 기본적으로 구성될 수 있다.
- [0121] 또한, 비특허문헌 2의 오픈플로우 스위치의 기본 구성은 패킷 포워딩 디바이스에 대해 채용될 수 있다.
- [0122] (제 3 실시형태)
- [0123] 이어서, 본 발명을 모바일 백홀(backhaul) 시스템에 적용한 제 3 실시형태를 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 도 17은 본 발명의 제 3 실시형태를 설명하는 도면이다.
- [0124] 도 17을 참조하면, 본 발명의 제 3 실시형태의 통신 시스템(1)에서는, 제 1 및 제 2 실시형태에서의 컨트롤러(11 및 100)에 대응하는 컨트롤러(111), 및 제 1 및 제 2 실시형태의 통신 디바이스, 패킷 포워딩 디바이스, 및 중간 컨트롤러의 기능을 갖는 OFS(121 내지 123, 및 131 내지 133)가 도시되어 있다.
- [0125] 본 실시형태의 통신 시스템(1)에는, LTE(Long Term Evolution) 및 WiMax와 같은 무선 기술을 지원하는 기지국(150), 기지국(150)과 협업하여 통신 단말에 통신 서비스를 제공하는 액세스 게이트웨이(GW), 및 기지국이 추가되었을 경우 새로운 기지국(151)을 원격으로 설정하는 부트스트랩(bootstrap) 서버(153)가 연결된다.
- [0126] 여기에서, 종류가 데이터 패킷인 패킷은 중간 컨트롤러로서 동작하는 OFS에 위임된 권한 범위 내에 있다. 구체적으로, 입력 포트 정보가 "Any"이고, 출력 포트 정보가 "Any"이고, UDP(User Datagram Protocol)를 나타내

는 IP 헤더에서 프로토콜 번호로서 “17”을 가지며 LTE의 백홀을 통해 흐르는 GTP(GPRS Tunneling Protocol)의 데이터 패킷을 식별하도록 수신처 포트 번호로서 “2152”를 갖는 패킷 플로우, 또는 WiMax의 백홀을 통해 흐르는 GRE(Generic Routing Encapsulation) 패킷을 식별하도록 GRE를 나타내는 IP 헤더에서 프로토콜 번호로서 “47”을 갖는 플로우 중 어느 하나를 플로우 범위가 기술한다.

- [0127] 이들 패킷에 대해, 중간 컨트롤러로서 동작하는 각각의 OFS의 경로 제어 방법은 주변 OFS와 협업하여 구축된 라우팅 테이블에 의거하여 OSPF(Open Shortest Path First)와 같은 경로 제어 프로토콜을 이용하여 패킷을 포워딩하는 것이다.
- [0128] 상술한 본 발명의 제 3 실시형태에 따르면, 각각의 OFS가 백홀 시스템을 통해 흐르는 데이터 패킷(예를 들면, 도 17의 기지국(150)과 액세스 GW(152) 사이에 교환되는 GTP 또는 GRE 데이터 패킷)의 경로의 자율적이고 분산된 제어를 행하고, 다른 종류의 트래픽이 일어날 경우(예를 들면, 새로운 기지국(151)이 추가될 경우 새로운 기지국(151)이 부스트스트랩 서버(153)에 액세스하는 트래픽, 또는 불법 액세스를 하는 단말로부터의 트래픽), 상위 컨트롤러(111)가 통신이 허용되지의 여부를 결정하며 통신을 허용한 후에 경로를 설정하는 제어가 가능해진다. 즉, 권한 범위가 통신의 종점에 의거하여, 즉 통신이 통신 서브시스템 내에서 가까운지의 여부에 의거하여 위임되는 제 2 실시형태와 달리, 권한 범위는 트래픽의 종류에 따라 위임될 수 있다.
- [0129] (제 4 실시형태)
- [0130] 이어서, 광역 분산 데이터 센터 시스템에 본 발명을 적용하는 제 4 실시형태를 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 도 18은 본 발명의 제 4 실시형태를 설명하는 도면이다.
- [0131] 도 18을 참조하면, 처리 규칙의 제 4 실시형태의 통신 시스템(1)에서는, 제 1 및 제 2 실시형태의 컨트롤러(11 및 100)에 대응하는 컨트롤러(111), 제 1 및 제 2 실시형태의 통신 디바이스, 패킷 포워딩 디바이스, 및 중간 컨트롤러의 기능을 갖는 OFS(121 내지 124), 및 통신 단말(140 및 141)에 서비스를 제공하는 서버(171 및 172)가 나타나 있다.
- [0132] OFS(121 내지 124)는 라우터 네트워크 내에 분산 배치되며 IP 터널은 OFS 사이에 구축된다. 이 때, OFS는 OFS 사이에 구축된 IP 터널을 물리 포트로서 가상적으로 인식한다. 이러한 구성으로, 광역 분산 데이터 센터가 라우터 네트워크를 오버레이해서 가상적으로 구축될 수 있다.
- [0133] 또한, OFS(121 내지 124)는 주변 라우터 네트워크에, 서버(171 및 172)에 송신되는 패킷이 OFS(121 내지 124)에 포워딩되어야 함을 알린다. 이 때문에, 통신 단말(140 및 141)이 광역 분산 데이터 센터 시스템을 액세스하는 패킷이 통신 단말(140 및 141)에 가까운 OFS에 송신된다.
- [0134] 여기에서, 중간 컨트롤러로서 동작하는 OFS에 위임된 권한 범위는 입력 포트 정보를 “Any”로 설정하고, 출력 정보를 “Any”로 설정하고, 플로우 범위를 “송신원 및 수신처의 IP 어드레스가 서버(171 또는 172)가 아닌 패킷”으로 설정한다.
- [0135] 또한, 이들 패킷 플로우(서버(171 또는 172)에서 송수신됨)에 대해, 중간 컨트롤러로서 동작하는 각각의 OFS의 경로 제어 방법은 주변 OFS와 협업하여 구축된 라우팅 테이블에 의거하여 OSPF 등과 같은 경로 제어 프로토콜을 이용하여 패킷을 포워딩하는 것이다.
- [0136] 이러한 구성에서, 광역 분산 데이터 센터 시스템에 액세스하는 패킷 플로우의 경로는 상위 컨트롤러(111)에 의해 제어될 수 있고, 각각의 OFS는 다른 패킷 플로우의 경로의 자율적이고 분산된 제어를 행할 수 있다.
- [0137] 본 발명의 실시형태를 기술했지만, 본 발명은 상기 실시형태에 한정되는 것은 아니고, 본 발명의 기본적 기술 개념 범위 내에서 추가적인 변형, 치환, 및 조정이 더해질 수 있다. 예를 들면, 제 2 실시형태에서, 컨트롤러(11)와 패킷 포워딩 디바이스 사이에는 단 하나의 중간 컨트롤러층이 있지만, 복수의 층이 설치되거나 상위 중간 컨트롤러가 하위 중간 컨트롤러에게 권한(제어 대상 패킷 흐름)을 위임하는 구성을 채용할 수 있다.
- [0138] 또한, 통신 디바이스, 중간 컨트롤러, 중간 컨트롤러에 의해 관리되는 패킷 포워딩 디바이스(OFS), 및 상기 실시형태에서의 OFS의 수는 단지 예일뿐이며, 임의의 특정 수로 한정되지 않는다.
- [0139] 또한, 상기 실시형태에서 각각의 컨트롤러는 패킷 포워딩 디바이스에서의 데이터 패킷의 도착에 의해 처리 규칙의 설정이 개시되도록 트리거되지만, 처리 규칙의 설정은 데이터 패킷의 수신 이외의 다른 것에 의해 트리거될 수도 있다.
- [0140] 또한, 예를 들면, 제 1 실시형태에 있어서, 제어 대상 패킷 플로우를 식별하기 위한 식별 조건(위임된 권한 범

위)을 참조함으로써, 패킷 포워딩 디바이스가 처리 규칙을 설정하기 위한 요청을 송신한 패킷이 식별 조건(위임된 권한 범위)에 속하는지의 여부를 결정한다. 패킷이 위임된 권한 범위에 속하며, 중간 컨트롤러는 패킷의 경로를 제어하고, 속하지 않으면, 중간 컨트롤러는 상위 컨트롤러에 따른다. 그러나, 중간 컨트롤러가 갖는 정보는 중간 컨트롤러의 제어 대상이 아닌 패킷 플로우를 식별하기 위한 식별 조건을 이용할 수 있다(위임되지 않은 권한 범위). 이 경우에, 중간 컨트롤러는 처리 규칙을 설정하는 요청이 이루어진 패킷 플로우가 위임되지 않은 권한 범위에 속하는지의 여부를 결정하고, 속하지 않으면, 중간 컨트롤러는 상위 컨트롤러에 따르고, 속하면, 중간 컨트롤러가 그 경로를 제어한다.

- [0141] 또한, 상기 실시형태에서, 컨트롤러(11)는 중간 컨트롤러에게 위임된 권한 범위를 통지하지만, 중간 컨트롤러에게 위임된 권한 범위를 통지하는 역할이 다른 기능(예를 들면, 네트워크 관리 기능 등)에 의해 행해질 수 있다.
- [0142] 또한, 상기 실시형태에서, 컨트롤러는 중간 컨트롤러에게 위임된 권한 범위를 통지하지만, 이와 함께, 허용된 작동 및 경로 연산/선택 방법 등의 다른 종류의 정보들을 통지할 수 있다.
- [0143] 또한, 상기 실시형태에서, 통신 시스템에서의 모든 패킷 포워딩 디바이스는 중간 컨트롤러를 통해 제어되지만, 통신 시스템은 일부 패킷 포워딩 디바이스가 중간 컨트롤러에 의해 제어되고 다른 패킷 포워딩 디바이스가 컨트롤러에 의해 직접 제어되게 구성될 수 있다.
- [0144] 또한, 제 4 실시형태에서, 서버의 IP 어드레스는 위임된 권한 범위를 특정하는데 사용되지만, 서브넷도 사용될 수 있다.
- [0145] 본 발명을, 경로 제어 대상 패킷이 이더넷 프레임인 것으로 해서 설명했지만, 본 발명은 이더넷 헤더를 포함하지 않는 IP 패킷에 적용할 수도 있다. 즉, 본 발명은 통신 프로토콜에 의해 한정되지 않는다.
- [0146] 또한, 특허문헌 및 비특허문헌에 각각 개시된 것은 참조에 의해 그 전문이 본 발명에 포함된다. 본 발명의 다른 목적, 특징 및 양태는 전체 개시 내용에서 명확해지며 여기에서 개시된 것 및 부속되는 특허청구범위에서 본 발명의 핵심 및 범위에서 벗어나지 않고 변형이 이루어질 수 있음은 명확하다.
- [0147] 또한, 개시된 및/또는 청구된 요소, 부분 및/또는 항목의 임의의 조합이 상술한 변형에 포함될 수 있다.
- [0148] 마지막으로, 본 발명의 모드를 요약한다.
- [0149] (모드 1)
- [0150] 통신 시스템은,
- [0151] 패킷 플로우의 포워딩 경로를 제어하는 컨트롤러; 및
- [0152] 통신 디바이스에 의해 제어되어야 할 패킷 플로우를 식별하는 식별 조건을 참조함으로써, 패킷 플로우의 포워딩 경로의 제어를 컨트롤러에게 요청할지, 또는 패킷 플로우의 포워딩 경로를 제어할지를 결정하는 적어도 하나의 통신 디바이스를 포함한다.
- [0153] (모드 2)
- [0154] 모드 1의 통신 시스템에서,
- [0155] 컨트롤러 및 통신 디바이스는, 패킷에 적용되는 처리와 연관된 처리 규칙 및 처리가 적용되는 패킷을 특정하는 매칭 규칙에 따라, 수신된 패킷을 처리하는 패킷 처리부를 포함하는 패킷 포워딩 디바이스에 처리 규칙을 설정함으로써 패킷 플로우의 포워딩 경로를 제어한다.
- [0156] (모드 3)
- [0157] 모드 2의 통신 시스템에서,
- [0158] 통신 디바이스는, 패킷 포워딩 디바이스로부터 처리 규칙의 설정을 위한 요청의 수신 시, 처리 규칙의 설정 요구가 식별 조건과 매칭되는지의 여부에 의존하여, 패킷 플로우의 포워딩 경로의 제어를 컨트롤러에게 요청할지, 또는 패킷 플로우의 포워딩 경로를 제어할지를 결정한다.
- [0159] (모드 4)
- [0160] 모드 1 내지 모드 3 중 어느 하나의 통신 시스템에서,
- [0161] 통신 디바이스는 패킷에 적용되는 처리와 연관된 처리 규칙 및 처리가 적용되는 패킷을 특정하는 매칭 규칙에

따라 수신된 패킷을 처리하는 패킷 처리부를 포함한다.

- [0162] (모드 5)
- [0163] 모드 4의 통신 시스템에서,
- [0164] 처리 규칙이 적용되는 패킷을 특정하는 매칭 규칙 중 어느 것에도 대응하지 않는 패킷의 수신 시, 통신 디바이스는 수신된 패킷이 식별 조건과 매칭되는지의 여부에 의존하여, 패킷 플로우의 포워딩 경로의 제어를 컨트롤러에게 요청할지, 또는 패킷 플로우의 포워딩 경로를 제어할지를 결정한다.
- [0165] (모드 6)
- [0166] 모드 1 내지 모드 5 중 어느 하나의 통신 시스템에서,
- [0167] 통신 디바이스가 위치되는 통신 서브시스템 내에서 패킷 플로우가 포워딩되는지의 여부를 결정하는 조건이 식별 조건으로서 설정된다.
- [0168] (모드 7)
- [0169] 모드 1 내지 모드 5 중 어느 하나의 통신 시스템에서,
- [0170] 패킷의 종류가 소정의 종류인지의 여부를 결정하는 조건이 식별 조건으로서 설정된다.
- [0171] (모드 8)
- [0172] 모드 1 내지 모드 5 중 어느 하나의 통신 시스템에서,
- [0173] 패킷의 송신원 또는 수신처가 소정의 송신원 또는 수신처인지의 여부를 결정하는 조건이 식별 조건으로서 설정된다.
- [0174] (모드 9)
- [0175] 모드 1 내지 모드 8 중 어느 하나의 통신 시스템에서,
- [0176] 통신 디바이스는 통신 디바이스(들)가 위치되는 통신 서브시스템의 패킷 포워딩 디바이스(들)를 제어함으로써 가상 패킷 포워딩 디바이스를 구성한다.
- [0177] (모드 10)
- [0178] 모드 9의 통신 시스템에서,
- [0179] 컨트롤러는 통신 디바이스에 가상 패킷 포워딩 디바이스를 위한 처리 규칙을 송신하고;
- [0180] 통신 디바이스는 컨트롤러로부터 수신된 처리 규칙을 통신 디바이스가 위치되는 통신 서브시스템의 패킷 포워딩 디바이스를 위한 처리 규칙으로 변환한다.
- [0181] (모드 11)
- [0182] 모드 1 내지 모드 10 중 어느 하나의 통신 시스템에서,
- [0183] 식별 조건은, 처음 패킷을 수신한 통신 디바이스 및 그 입력 포트의 범위를 나타내는 입력 포트 정보, 패킷의 출력 수신처의 범위를 나타내는 출력 포트 정보, 및 컨트롤 대상이 되는 플로우의 범위를 나타내는 플로우 범위 정보의 정보 구성 요소의 어느 것에 의해 구성된다.
- [0184] (모드 12)
- [0185] 통신 시스템은,
- [0186] 패킷에 적용되는 처리와 연관되는 처리 규칙 및 처리가 적용되는 패킷을 특정하는 매칭 규칙에 따라 수신된 패킷을 처리하는 패킷 처리부를 포함하는 적어도 하나의 패킷 포워딩 디바이스;
- [0187] 처리 규칙을 패킷 포워딩 디바이스에 설정하는 적어도 하나의 중간 컨트롤러; 및
- [0188] 중간 컨트롤러를 제어하는 상위 컨트롤러를 포함하고,
- [0189] 중간 컨트롤러에 의해 제어되어야 할 패킷 플로우를 식별하기 위한 식별 조건을 참조함으로써, 중간 컨트롤러는 패킷 플로우의 포워딩 경로의 제어를 상위 컨트롤러에게 요청할지, 또는 패킷 플로우의 포워딩 경로를 제어할지

를 결정한다.

- [0190] (모드 13)
- [0191] 통신 시스템은,
- [0192] 패킷에 적용되는 처리와 연관되는 처리 규칙 및 처리 규칙이 적용되는 패킷을 특정하는 매칭 규칙에 따라 수신된 패킷을 처리하는 패킷 처리부를 포함하는 복수의 패킷 포워딩 디바이스; 및
- [0193] 처리 규칙을 패킷 포워딩 디바이스에 설정하는 컨트롤러를 포함하고,
- [0194] 디바이스에 의해 제어되어야 할 패킷 플로우를 식별하기 위한 식별 조건을 참조함으로써, 패킷 포워딩 디바이스에서 중간 컨트롤러로서 동작하는 디바이스는 패킷 플로우의 포워딩 경로의 제어를 컨트롤러에게 요청할지, 또는 패킷 플로우의 포워딩 경로를 제어할지를 결정한다.
- [0195] (모드 14)
- [0196] 통신 디바이스는 통신 디바이스에 의해 제어되어야 할 패킷 플로우를 식별하기 위한 식별 조건을 참조함으로써, 패킷 플로우의 포워딩 경로의 제어를 컨트롤러에게 요청할지, 또는 패킷 플로우의 포워딩 경로를 제어할지를 결정한다.
- [0197] (모드 15)
- [0198] 모드 14의 통신 디바이스는, 패킷에 적용되는 처리와 연관되는 처리 규칙 및 처리가 적용되는 패킷을 특정하는 매칭 규칙에 따라 수신된 패킷을 처리하는 패킷 처리부를 포함하는 패킷 포워딩 디바이스에 처리 규칙을 설정함으로써 패킷 플로우의 포워딩 경로를 제어한다.
- [0199] (모드 16)
- [0200] 모드 15의 통신 디바이스는, 패킷 포워딩 디바이스로부터 처리 규칙의 설정을 위한 요청의 수신 시, 처리 규칙의 설정 요구가 식별 조건과 매칭되는지의 여부에 의존하여, 패킷 플로우의 포워딩 경로의 제어를 컨트롤러에게 요청할지, 또는 패킷 플로우의 포워딩 경로를 제어할지를 결정한다.
- [0201] (모드 17)
- [0202] 모드 14 내지 모드 16 중 어느 하나의 통신 디바이스는, 패킷에 적용되는 처리와 연관되는 처리 규칙 및 처리가 적용되는 패킷을 특정하는 매칭 규칙에 따라 수신된 패킷을 처리하는 처리부를 포함한다.
- [0203] (모드 18)
- [0204] 모드 17의 통신 디바이스는, 처리 규칙이 적용되는 패킷을 특정하는 매칭 규칙 중 어느 것에도 대응하지 않는 패킷의 수신 시, 수신된 패킷이 식별 조건과 매칭되는지의 여부에 의존하여, 패킷 플로우의 포워딩 경로의 제어를 컨트롤러에게 요청할지, 또는 패킷 플로우의 포워딩 경로를 제어할지를 결정한다.
- [0205] (모드 19)
- [0206] 모드 14 내지 모드 18 중 어느 하나의 통신 디바이스에서,
- [0207] 통신 디바이스가 위치되는 통신 서브시스템 내에서 패킷 플로우가 포워딩되는지의 여부를 결정하는 조건이 식별 조건으로서 설정된다.
- [0208] (모드 20)
- [0209] 모드 14 내지 모드 18 중 어느 하나의 통신 디바이스에서,
- [0210] 패킷의 종류가 소정의 종류인지의 여부를 결정하는 조건이 식별 조건으로서 설정된다.
- [0211] (모드 21)
- [0212] 모드 14 내지 모드 18 중 어느 하나의 통신 디바이스에서,
- [0213] 패킷의 송신원 또는 수신처가 소정의 송신원 또는 수신처인지의 여부를 결정하는 조건이 식별 조건으로서 설정된다.
- [0214] (모드 22)

- [0215] 모드 14 내지 모드 21 중 어느 하나의 통신 디바이스는, 통신 디바이스(들)가 위치되는 통신 서브시스템의 패킷 포워딩 디바이스(들)를 제어함으로써 적어도 하나의 가상 패킷 포워딩 디바이스를 구성한다.

[0216] (모드 23)

[0217] 모드 22의 통신 디바이스는, 컨트롤러로부터 수신된 가상 패킷 포워딩 디바이스를 위한 처리 규칙을 통신 디바이스가 위치되는 통신 서브시스템의 패킷 포워딩 디바이스를 위한 처리 규칙으로 변환한다.

[0218] (모드 24)

[0219] 모드 14 내지 모드 23 중 어느 하나의 통신 디바이스에서,

[0220] 식별 조건은, 처음 패킷을 수신한 통신 디바이스 및 그 입력 포트의 범위를 나타내는 입력 포트 정보, 패킷의 출력 수신처의 범위를 나타내는 출력 포트 정보, 및 컨트롤 대상이 되는 플로우의 범위를 나타내는 플로우 범위 정보의 정보 구성 요소의 어느 것에 의해 구성된다.

[0221] (모드 25)

[0222] 컨트롤러는 패킷 포워딩 디바이스(들)를 제어함으로써 가상 패킷 포워딩 디바이스(들)를 구성하는 통신 디바이스에 가상 패킷 포워딩 디바이스를 위한 처리 규칙을 송신함으로써 패킷 플로우의 포워딩 경로를 제어한다.

[0223] (모드 26)

[0224] 모드 25의 컨트롤러는 통신 디바이스를 위한 식별 조건을 설정(통신 디바이스에 위임된 권한 범위를 설정)한다.

[0225] (모드 27)

[0226] 패킷 플로우의 포워딩 경로를 제어하는 방법은,

[0227] 패킷 플로우의 포워딩 경로를 제어하는 컨트롤러에 연결되는 적어도 하나의 통신 디바이스가, 통신 디바이스에 의해 제어되어야 할 패킷 플로우를 식별하기 위한 식별 조건의 설정을 수신하는 단계; 및

[0228] 식별 조건을 참조함으로써, 패킷 플로우의 포워딩 경로의 제어를 컨트롤러에게 요청할지, 또는 패킷 플로우의 포워딩 경로를 제어할지를 결정하는 단계를 포함한다.

[0229] (모드 28)

[0230] 패킷 플로우의 포워딩 경로를 제어하는 컨트롤러에 연결된 통신 디바이스에,

[0231] 통신 디바이스에 의해 제어되어야 할 패킷 플로우를 식별하기 위한 식별 조건을 참조함으로써, 통신 디바이스가 패킷 플로우의 포워딩 경로의 제어를 컨트롤러에게 요청하는 것을 결정할 경우, 패킷 플로우의 포워딩 경로의 제어를 컨트롤러에게 요청하는 처리; 및

[0232] 식별 조건을 참조함으로써, 통신 디바이스가 패킷 플로우의 포워딩 경로의 제어를 결정했을 경우, 패킷 플로우의 포워딩 경로를 제어하는 처리를 실행시키는 프로그램,

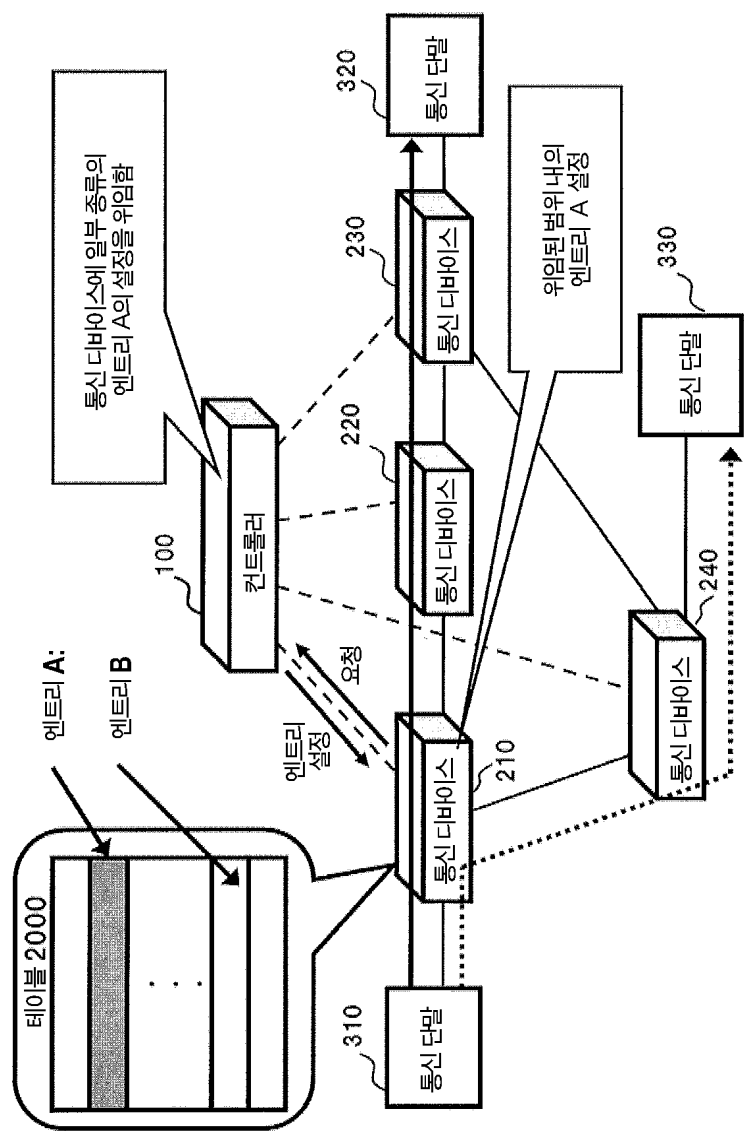
## 부호의 설명

- |        |                                  |                    |
|--------|----------------------------------|--------------------|
| [0233] | 1 : 통신 시스템                       | 2, 3 : 통신 서브시스템    |
|        | 11, 100, 111, 114 : 컨트롤러         |                    |
|        | 12, 13, 112, 113 : 중간 컨트롤러       |                    |
|        | 21 내지 23, 31 내지 33 : 패킷 포워딩 디바이스 |                    |
|        | 51 : 통신부                         | 52 : 제어 메시지 처리부    |
|        | 53 : 경로/작동 연산부                   | 54 : 중간 컨트롤러 관리부   |
|        | 55 : 토폴로지 관리부                    | 56 : 플로우 종점 관리부    |
|        | 57 : 처리 규칙 관리부                   | 58 : 처리 규칙 저장부     |
|        | 59 : 위임된 권한 범위 관리부               | 60 : 위임된 권한 범위 저장부 |

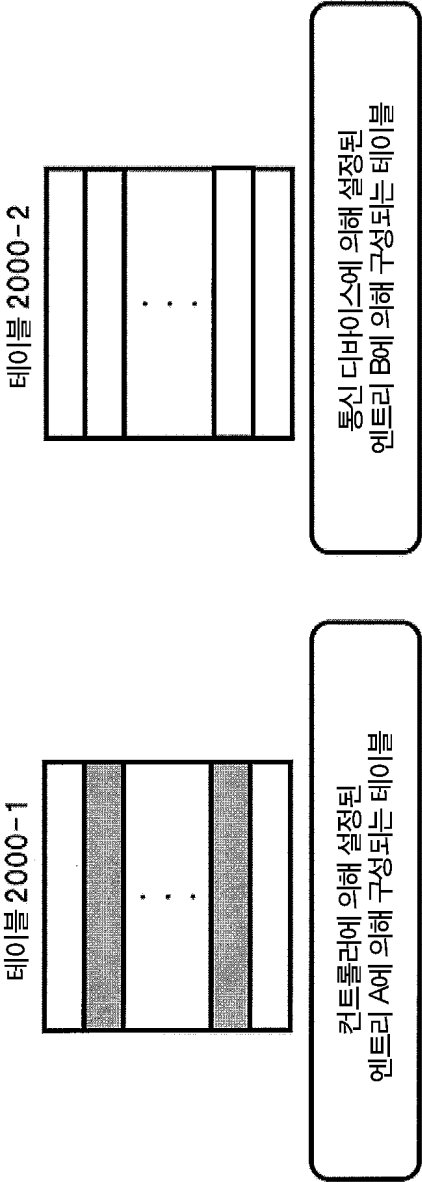
61 : 패킷 포워딩 디바이스 관리부  
 62 : 가상 패킷 포워딩 디바이스부  
 121 내지 124, 131 내지 133 : 오픈플로우 스위치(OFS)  
 140 내지 142 : 통신 단말  
 150 : 기지국  
 151 : 새로운 기지국  
 152 : 액세스 게이트웨이(GW)  
 153 : 부트스트랩 서버  
 160 내지 162 : 라우터 서버  
 171, 172 : 서버  
 210 내지 240 : 통신 디바이스  
 310 내지 330 : 통신 단말  
 1001 : 통신부  
 1002 : 엔트리 관리부  
 1003 : 엔트리 데이터베이스(엔트리 DB)  
 1004 : 연산부  
 1005 : 토폴로지 관리부  
 1006 : 식별 규칙 관리부  
 2000, 2000-1, 2000-2 : 테이블  
 2100 : 패킷 처리부  
 2101 : 엔트리 설정부  
 2102 : 패킷 식별부  
 2103 : 판단부  
 2104 : 통신부  
 2105 : 저장부

도면

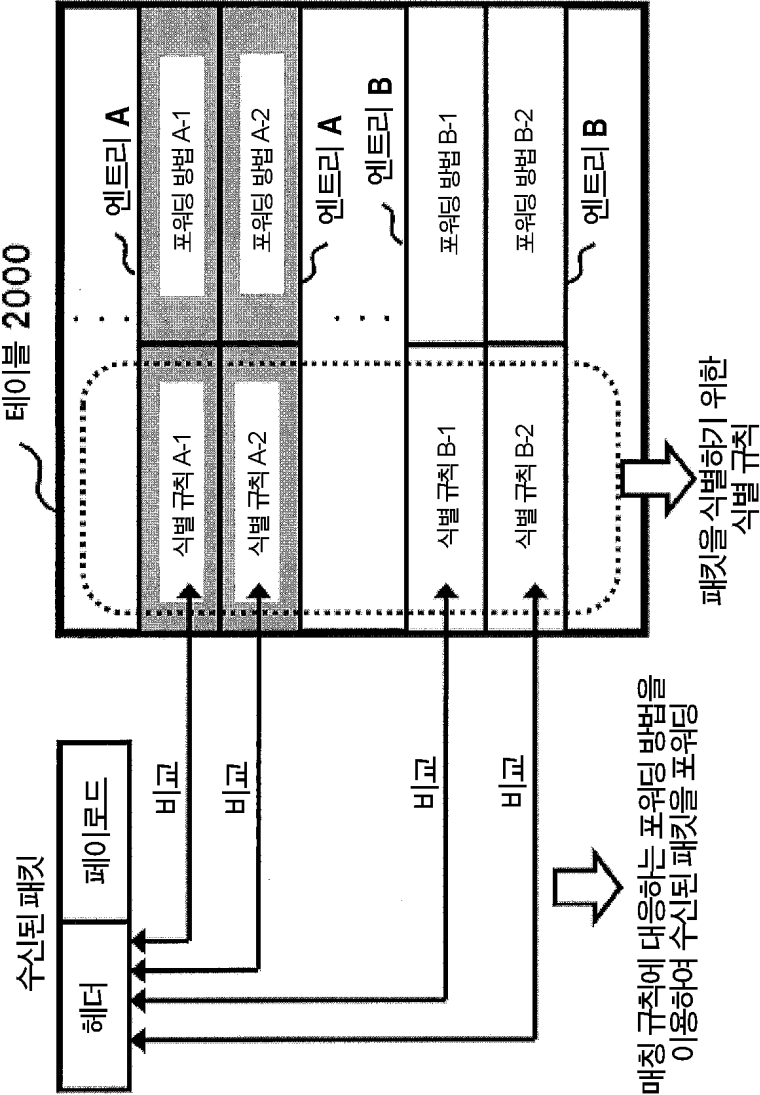
도면1



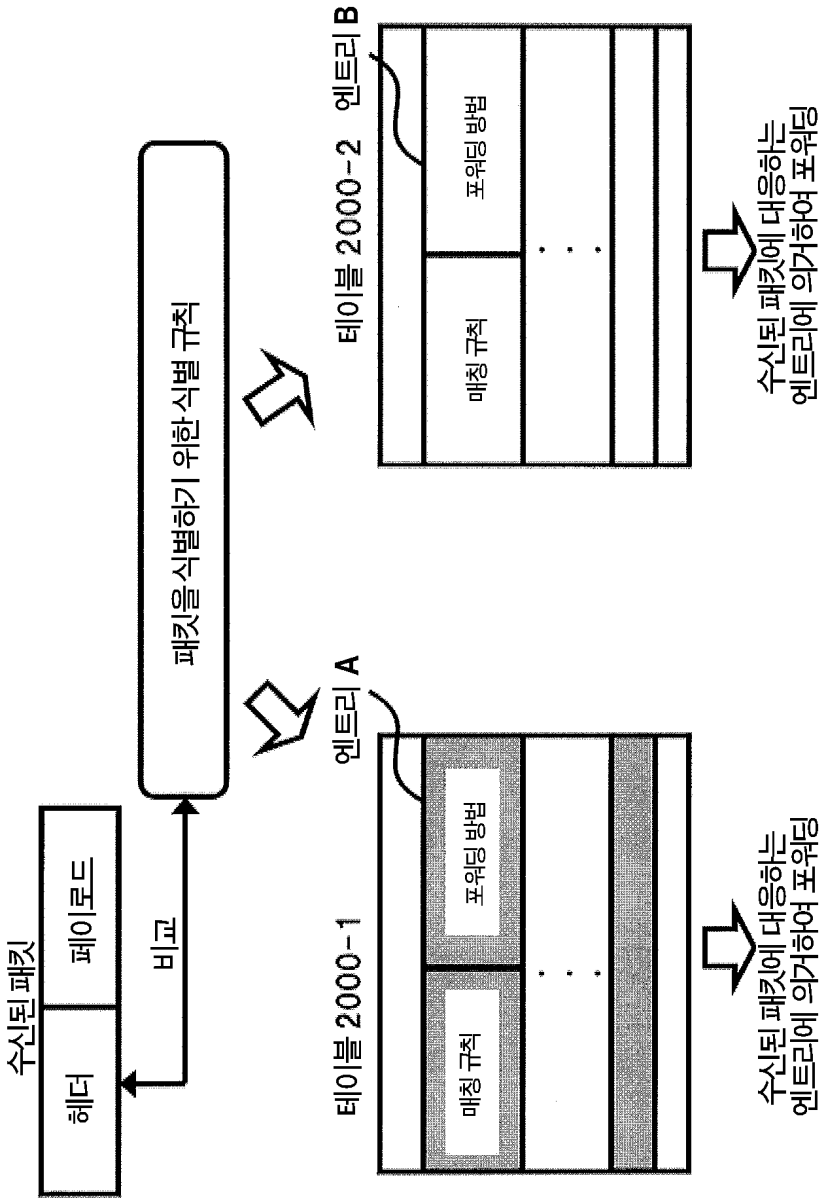
도면2



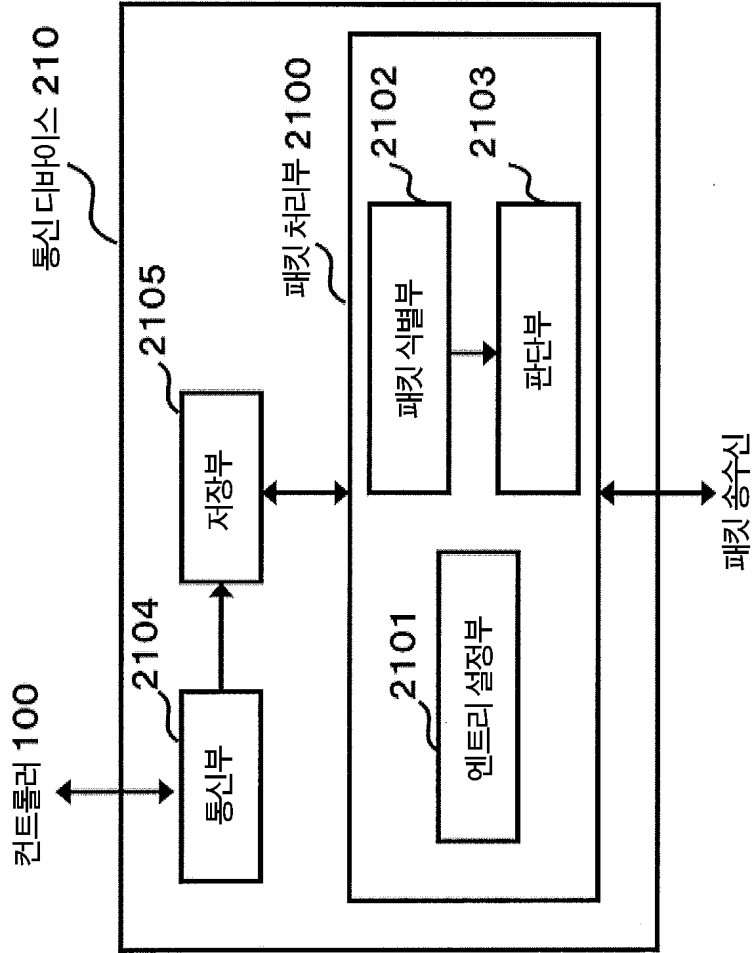
도면3



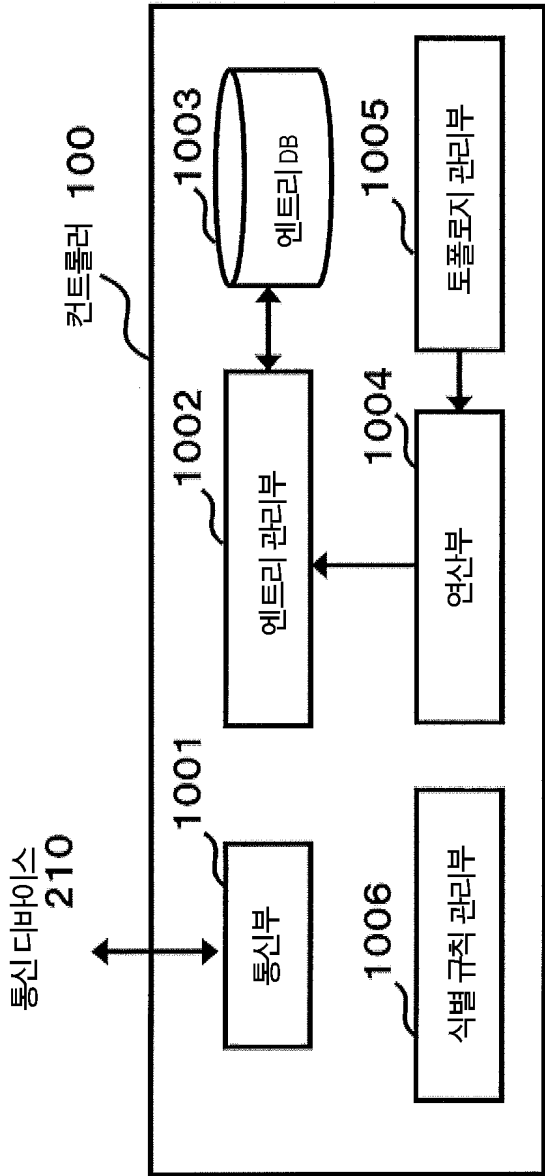
도면4



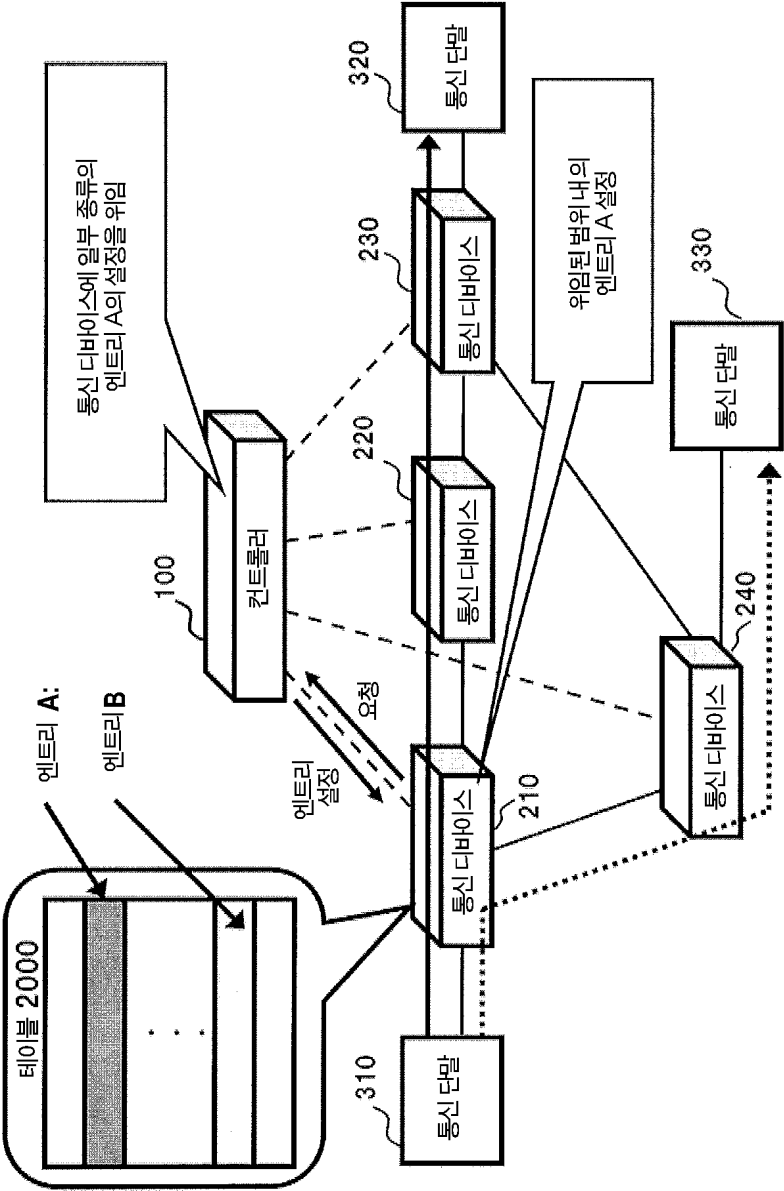
도면5



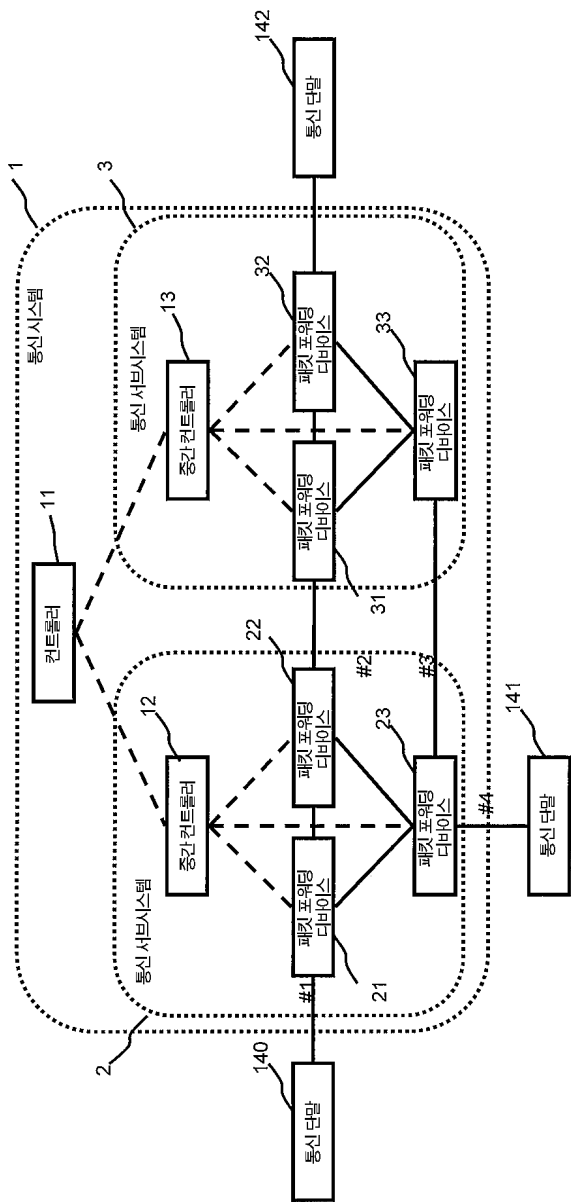
도면6



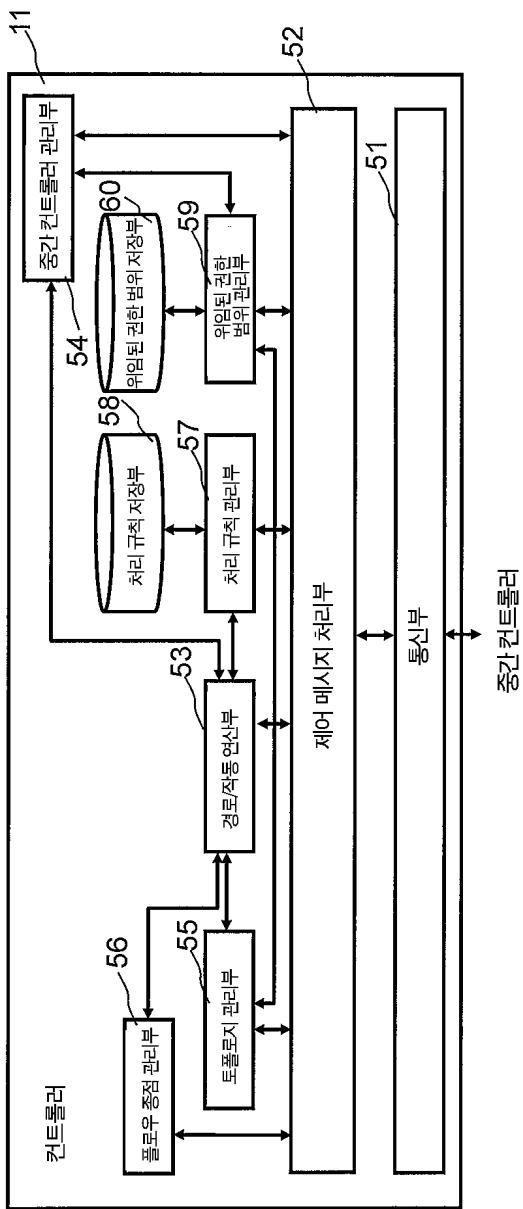
도면7



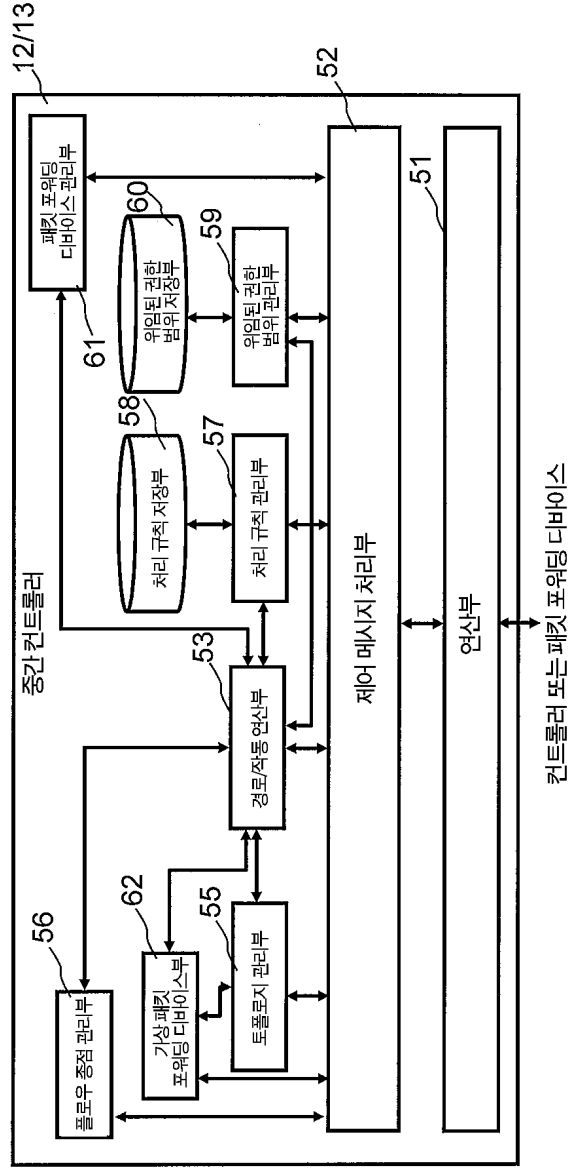
도면8



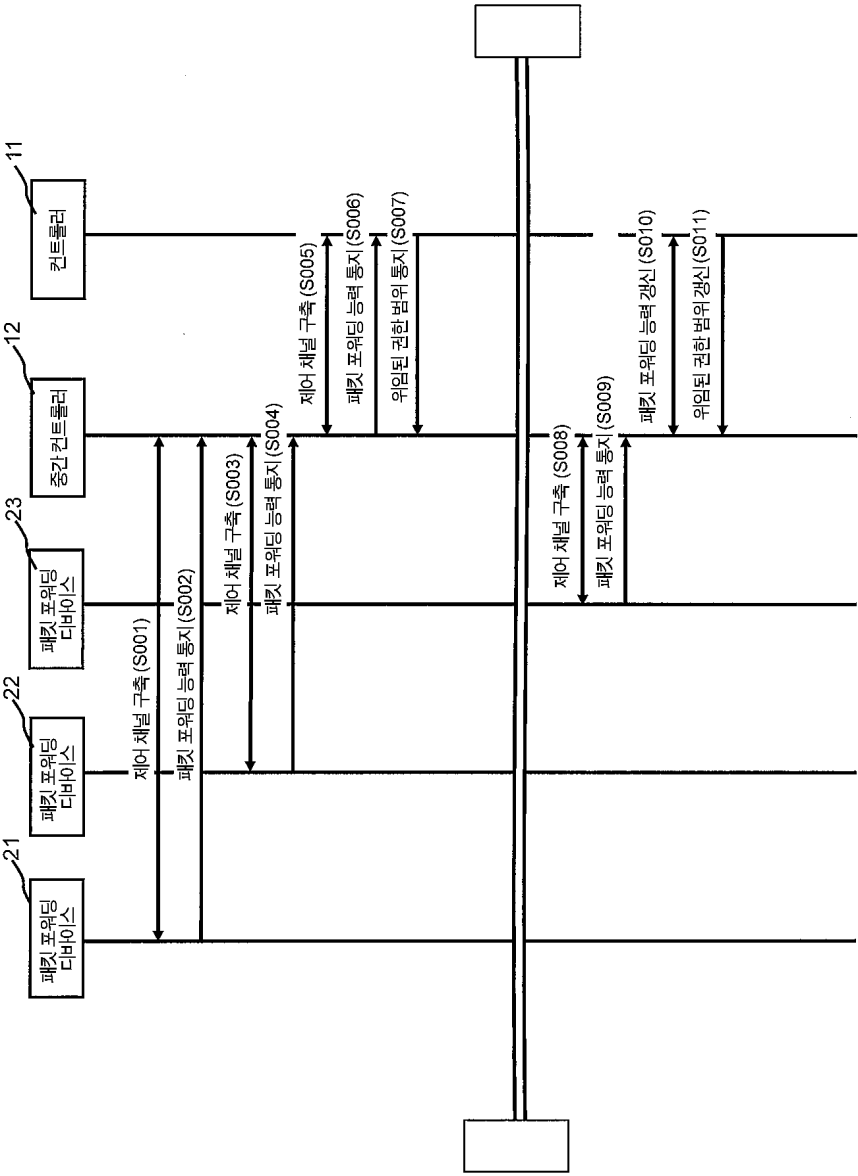
도면9



도면10



도면11



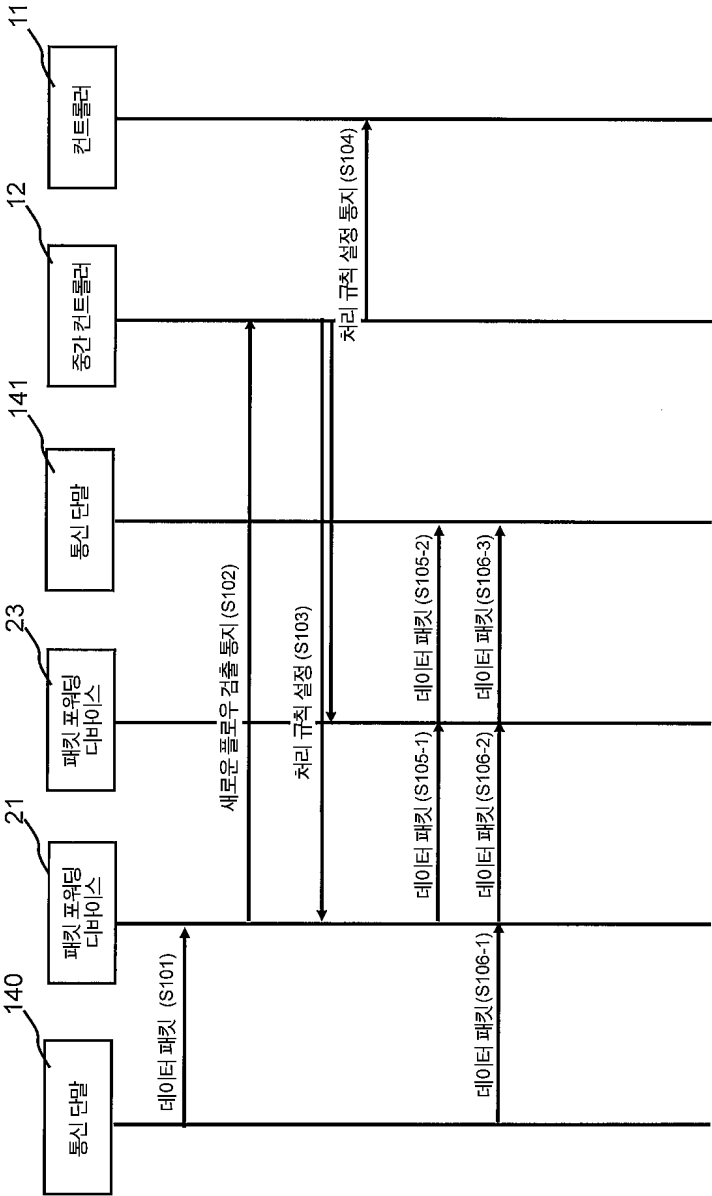
도면12

입력 포트 정보	1	
출력 포트 정보	1	
포토다이오드	Any	

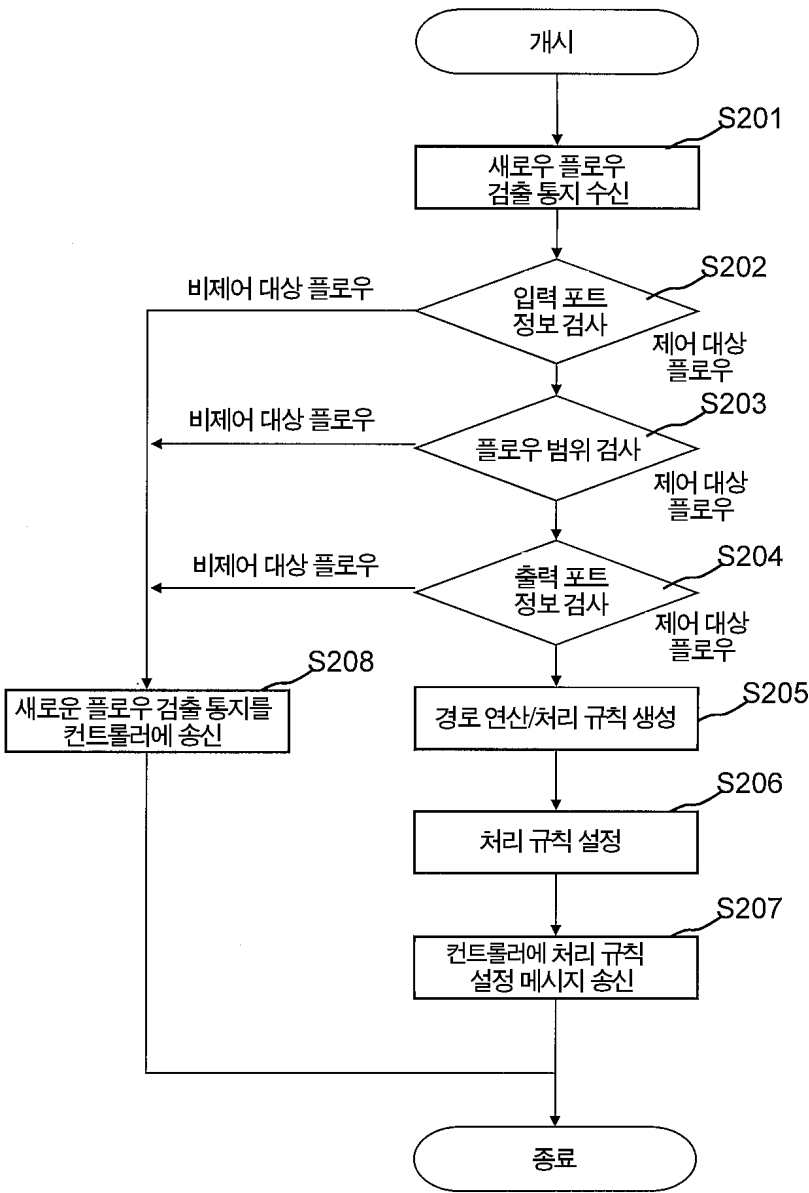
도면13

입력 포트 정보	1,4	
출력 포트 정보	1,4	
플로어 범위	Any	

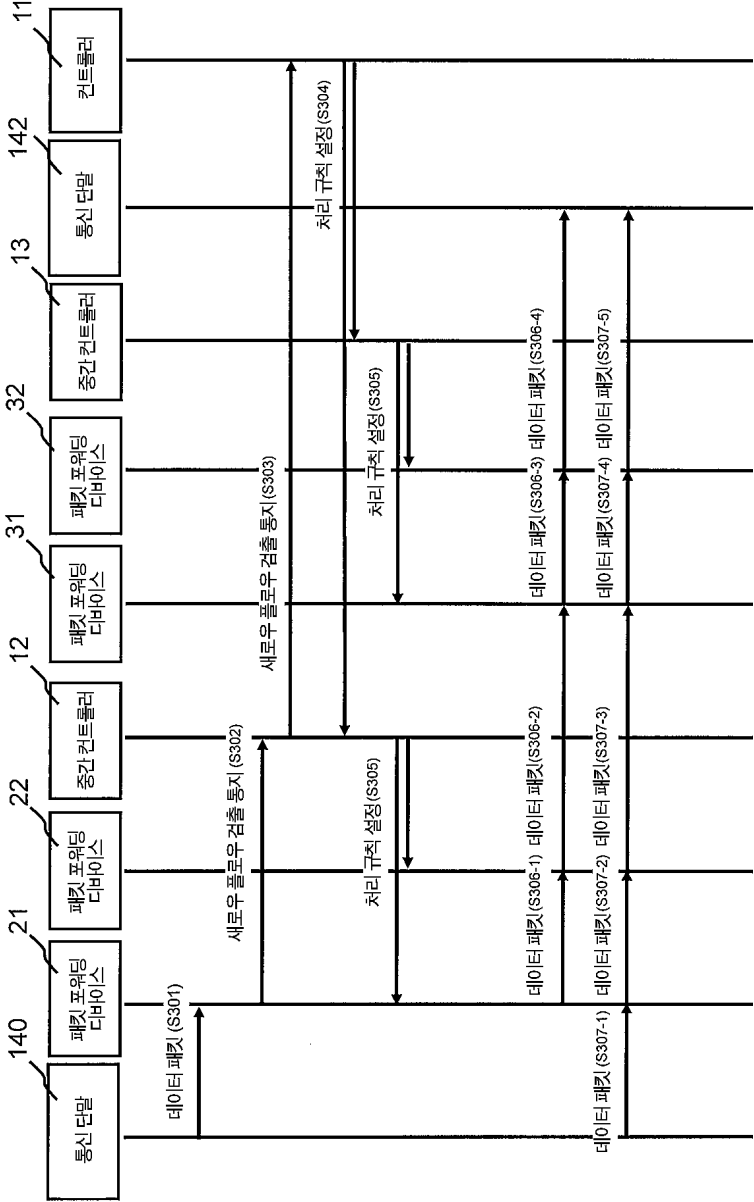
도면14



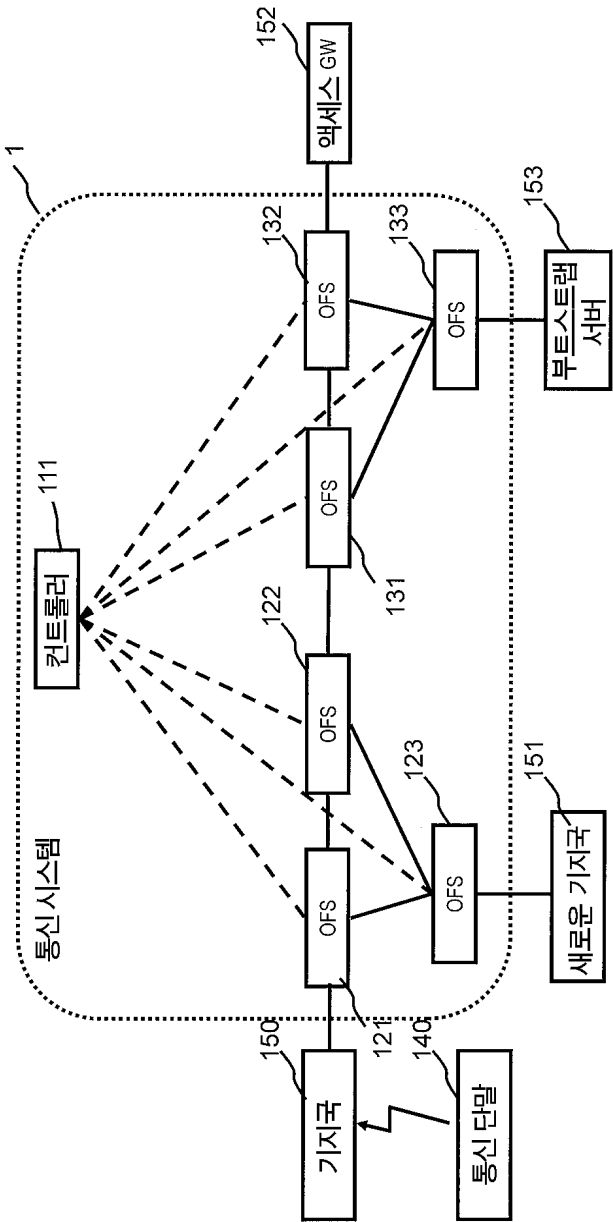
도면15



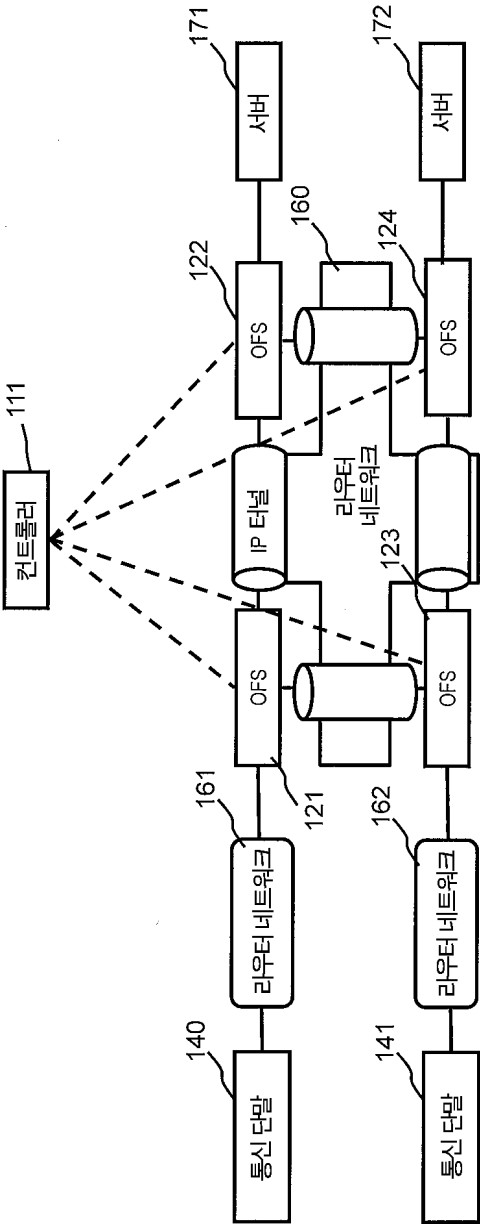
도면16



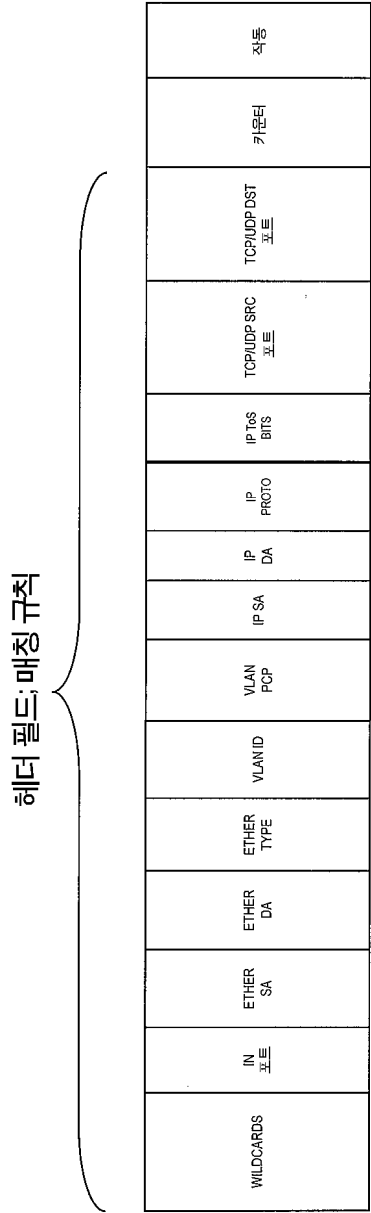
도면17



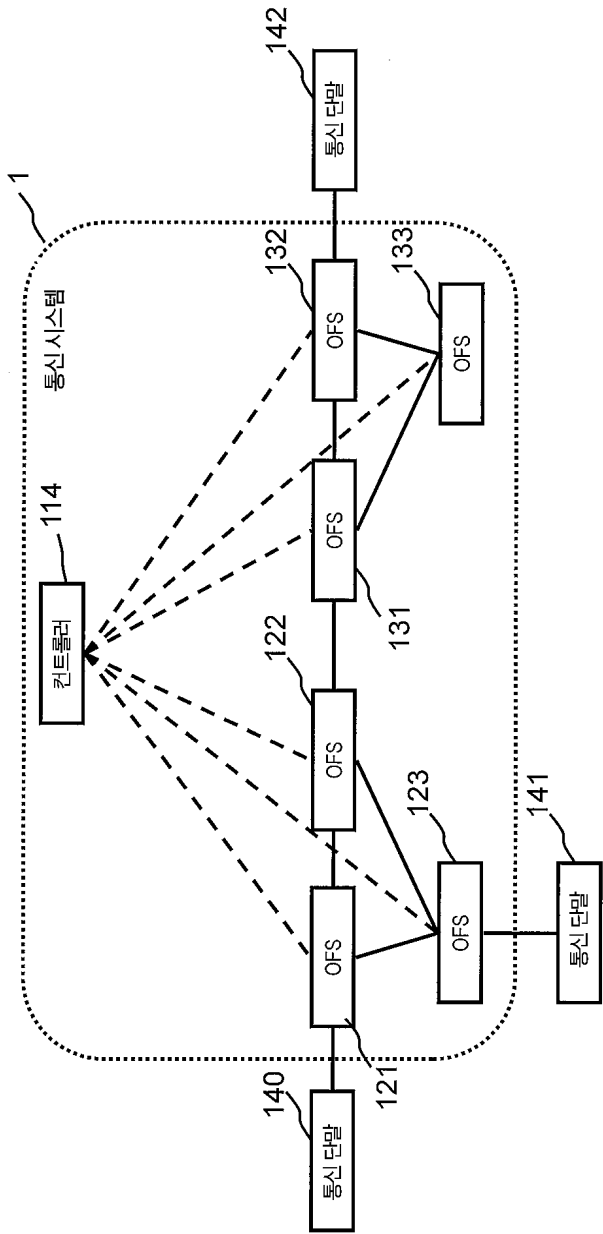
도면18



도면19



도면20



도면21

