



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년10월30일

(11) 등록번호 10-2172232

(24) 등록일자 2020년10월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04L 12/707 (2013.01) H04L 12/24 (2006.01)

H04L 12/703 (2013.01) H04L 12/713 (2013.01)

H04L 12/721 (2013.01)

(52) CPC특허분류

H04L 45/22 (2013.01)

H04L 41/0856 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0121383

(22) 출원일자 2019년10월01일

심사청구일자 2019년10월01일

(56) 선행기술조사문헌

KR101754618 B1*

KR1020150056159 A*

KR1020180122513 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

유혁

서울특별시 용산구 한강대로 205, A-803호

진희상

경기도 안양시 동안구 일동로 1, 101동 1503호

양경식

서울특별시 동대문구 무학로45길 40, 401호 (용두동)

(74) 대리인

김홍석

전체 청구항 수 : 총 5 항

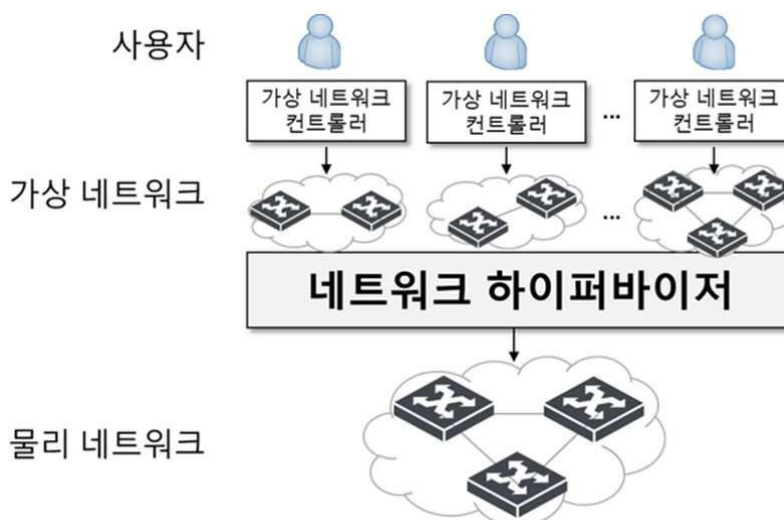
심사관 : 김대성

(54) 발명의 명칭 프로그래밍 가능한 네트워크 가상화에서의 대역폭을 고려한 링크 장애 우회 장치 및 방법

(57) 요약

링크 장애 우회 장치가 개시된다. 상기 링크 장애 우회 장치는 SDN(Software Defined Networking) 기반 네트워크 가상화를 구현하는 네트워크 하이퍼바이저(network hypervisor)가 구현된 컴퓨팅 장치로서, 물리 네트워크에 포함되는 복수의 스위치들 간의 링크의 장애를 탐지하는 링크 장애 감지부 및 상기 물리 네트워크에 구현된 복수의 가상 네트워크들 중 적어도 하나의 가상 네트워크의 대체 경로를 계산하는 백업 경로 계산부를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H04L 41/0896 (2013.01)

H04L 45/12 (2013.01)

H04L 45/28 (2013.01)

H04L 45/38 (2013.01)

H04L 45/586 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	20150002880051001
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기술진흥센터
연구사업명	정보통신방송연구개발사업
연구과제명	SDN 2.0 실현을 위한 네트워크 가상화 플랫폼 핵심 기술 및 서비스 연구
기 여 율	1/2
과제수행기관명	고려대학교산학협력단
연구기간	2019.01.01 ~ 2019.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	20150002800051001
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기술진흥센터
연구사업명	정보통신방송연구개발사업
연구과제명	(SW 스타랩) 성능 및 보안 SLA 보장이 가능한 차세대 클라우드 인프라SW 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	고려대학교산학협력단
연구기간	2019.01.01 ~ 2019.12.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

SDN(Software Defined Networking) 기반 네트워크 가상화를 구현하는 네트워크 하이퍼바이저(network hypervisor)가 구현된 링크 장애 우회 장치에 있어서, 상기 링크 장애 우회 장치는,

물리 네트워크에 포함되는 복수의 스위치들 간의 링크의 장애를 탐지하는 링크 장애 감지부; 및

상기 물리 네트워크에 구현된 복수의 가상 네트워크들 중 적어도 하나의 가상 네트워크의 대체 경로를 계산하고 상기 대체 경로에 포함되는 복수의 스위치들 각각에 상기 적어도 하나의 가상 네트워크를 위한 플로우 룰(Flow rule)을 설치하는 백업 경로 계산부를 포함하고,

링크의 장애가 감지된 경우, 상기 링크 장애 감지부는 상기 물리 네트워크에 포함되는 복수의 스위치들 각각으로 링크의 장애를 알리는 메시지를 송신하고,

상기 백업 경로 계산부에 의해 설치된 플로우 룰은 상기 링크 장애 감지부에 의해 송신되는 상기 메시지의 수신에 응답하여 활성화되는,

링크 장애 우회 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 링크 장애 감지부는 상기 복수의 스위치들 각각으로 LLDP(Link layer discovery protocol) 메시지를 송신하고, 상기 복수의 스위치들 각각으로부터 수신되는 LLDP 메시지에 기초하여 링크의 장애를 감지하는,

링크 장애 우회 장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 백업 경로 계산부는 상기 적어도 하나의 가상 네트워크의 기존 경로와 중복되는 링크가 존재하지 않는 상기 대체 경로를 계산하는,

링크 장애 우회 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 백업 경로 계산부는 상기 대체 경로에 포함되는 링크의 대역폭 허용량(bandwidth capacity)이 상기 복수의 가상 네트워크들 중 상기 대체 경로에 포함되는 링크가 포함된 기존 경로를 이용하는 가상 네트워크들 각각의 대역폭 요구량의 합보다 크거나 같도록 상기 대체 경로를 계산하는,

링크 장애 우회 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 백업 경로 계산부는 최단 경로 알고리즘(shortest path algorithm)을 이용하여 상기 대체 경로를 계산하는,

링크 장애 우회 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 프로그래밍 가능한 SDN(Software Defined Networking) 기반 네트워크 가상화 기술에서 링크 장애 우회 장치에 관한 것으로, 특히 링크 장애 우회 기법을 제공할 때 대역폭을 고려하여 사용자 간의 성능 간섭이 일어나지 않도록 하는 링크 장애 우회 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] SDN(Software Defined Networking)은 네트워킹 장비의 전송 평면과 제어 평면을 분리하고, 제어 평면을 중앙 집중화하여 전체 네트워크에 대한 단일한 방식의 제어가 가능한 네트워킹 구조로서, 기존 제조사 종속적이고 새로운 연구의 적용이 어려웠던 네트워크에 유연성과 프로그램가능성(programmability)을 부여한다는 장점이 존재한다. 중앙 집중화된 제어 평면은 네트워크 컨트롤러(또는 SDN 컨트롤러)라고 불리며, 스위치와 SDN 컨트롤러는 SBI(Southbound Interface)를 통해 상호 통신을 수행한다. SDN의 초기 연구로서, 사실상의 표준 SBI 프로토콜로 OpenFlow가 주로 사용된다. 본 기술은 기존의 폐쇄된 네트워크 환경에 혁신적인 발전을 가져오는 기술로써, 차세대 네트워킹 기술인 IoT, 5G, NFV Orchestration 등의 기반 기술로 이용되고 있다.

[0004] 네트워크 가상화는 하나의 물리 네트워크를 여러 개의 가상 네트워크로 분리하여 제공하는 기술이다. 네트워크 가상화를 통해, 특화된 가상 네트워크를 만들어 네트워크를 사용하는 서비스의 효율성을 높일 수 있으며, 전체 물리 네트워크의 활용률 또한 극대화할 수 있다. SDN 기반의 네트워크 가상화에서는 네트워크 하이퍼바이저(network hypervisor)를 사용하여 이 기법을 제공할 수 있다.

[0005] 링크 장애 우회는 네트워크를 구성하는 링크에 장애가 발생했을 때, 사용자의 네트워킹이 끊기지 않도록 하기 위해 기존 경로와 겹치지 않는 다른 경로를 미리 설치하여, 링크 장애가 발생했을 때 우회 경로를 통해 네트워킹을 유지시켜 주는 기법이다.

[0006] SDN 기반의 네트워크 가상화 기술은 각 사용자들이 자신의 가상 네트워크를 임의로 생성하고 중앙 집중화된 SDN 컨트롤러를 통해 이 가상 네트워크를 관리하고 제어할 수 있도록 하는 기술이다. 네트워크 하이퍼바이저는 이 기술의 핵심 요소로써, 물리 네트워크 자원을 관리하고 이를 추상화하여 각 사용자들에게 가상 네트워크 형태로 제공한다. 이러한 상황에서, 물리 네트워크 링크에 결함이 생기면 가상 네트워크를 사용하는 각 사용자들에게도 영향을 미친다. 이러한 문제를 극복하기 위하여, 물리 네트워크의 링크에 장애가 생겼을 때, 이를 우회할 수 있는 네트워크 하이퍼바이저를 제안한다.

[0007] 기존 SDN 네트워크에서 링크 장애를 극복하기 위한 많은 우회 기법이 이미 존재한다. 하지만, 본 발명은 여러 사용자에게 의해 임의로 생성되고 서로 독립되어 있는 가상 네트워크가 존재하는 상황에서의 링크 장애 우회 기법을 다룬다. 따라서, 링크 우회 기법을 제공함에 있어서 두 가지 고려해야 하는 점이 존재한다.

[0008] 첫 번째로, 네트워크 하이퍼바이저는 물리 네트워크에서 링크 장애가 발생하더라도, 링크 장애가 가상 네트워크에게 영향을 미치지 않도록 하여야 한다. 왜냐하면, 물리 네트워크의 결함과 관련없이 가상 네트워크 사용자는 네트워크를 문제없이 사용할 수 있어야 하는 것이 네트워크 가상화 기술의 가장 중요한 목적이기 때문이다. 따라서, 네트워크 하이퍼바이저는 링크 장애가 발생하더라도, 가상 네트워크에게 링크 장애를 숨길 수 있어야 한

다.

[0009] 두 번째로, 링크 장애 우회 기법을 제공할 때, 서로 다른 가상 네트워크 간의 대역폭 간섭이 발생하지 않도록 하여야 한다. 네트워크 가상화 기술에서 각 사용자들은 하나의 공유된 물리 네트워크를 사용하지만 각 가상 네트워크들은 서로 분리되어 있기 때문에, 다른 가상 네트워크의 존재, 다른 가상 네트워크에 흐르고 있는 트래픽의 대역폭 양과 같은 어떤 정보도 알 수 없다. 따라서, 물리 네트워크의 여러 사용자의 트래픽이 동시에 흘러서 물리 네트워크에 혼잡이 발생할 수 있다. 그러므로, 네트워크 하이퍼바이저는 링크 장애 우회 기법을 제공할 때, 각 사용자의 대역폭 양을 고려하여 서로 다른 사용자 간의 대역폭 간섭이 발생하지 않는 우회 경로를 계산할 수 있어야 한다.

[0010] 본 발명에서는 위 두 가지 사항을 고려하여 SDN 기반의 네트워크 가상화 기술에서 물리 링크에 장애가 발생하더라도 가상 네트워크 사용자에게 안정적인 네트워크를 제공할 수 있는 링크 장애 우회 기법을 제시한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제2005-0103274호 (2005.10.28. 공개)
(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허 제2004-0022907호 (2004.03.18. 공개)
(특허문헌 0003) 미합중국 등록특허 제7,782,762호 (2010.08.24. 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명이 이루고자 하는 기술적인 과제는 프로그래밍 가능한 SDN 기반 네트워크 가상화 기술에서 대역폭을 고려하여 링크 장애 우회 기법을 제공할 수 있는 링크 장애 우회 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0015] 본 발명의 실시 예에 따른 링크 장애 우회 장치는 SDN(Software Defined Networking) 기반 네트워크 가상화를 구현하는 네트워크 하이퍼바이저(network hypervisor)가 구현된 컴퓨팅 장치로서, 물리 네트워크에 포함되는 복수의 스위치들 간의 링크의 장애를 탐지하는 링크 장애 감지부 및 상기 물리 네트워크에 구현된 복수의 가상 네트워크들 중 적어도 하나의 가상 네트워크의 대체 경로를 계산하는 백업 경로 계산부를 포함한다.

발명의 효과

[0017] 본 발명의 실시 예에 따른 링크 장애 우회 장치 및 방법에 의할 경우, 물리 네트워크의 링크 장애를 해결함으로써 가상 네트워크 사용자에게 안정적인 네트워킹을 제공할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 본 발명의 상세한 설명에서 인용되는 도면을 보다 충분히 이해하기 위하여 각 도면의 상세한 설명이 제공된다.

도 1은 SDN 기반 네트워크 가상화를 설명하기 위한 개념도이다.

도 2는 링크 장애 우회 기법을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 네트워크 하이퍼바이저 기반 링크 장애 우회 기법을 설명하기 위한 개념도이다.

도 4a와 도 4b는 대역폭을 고려한 링크 장애 우회 기법을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 링크 장애 우회 장치의 기능 블록도이다.

도 6a는 도 5에 도시된 링크 장애 감지부에 의한 링크 장애 감지 동작을 설명하기 위한 제1 도이다.

도 6b는 도 5에 도시된 링크 장애 감지부에 의한 링크 장애 감지 동작을 설명하기 위한 제2 도이다.

도 7은 도 5에 도시된 백업 경로 계산부에 의한 백업 경로 계산 동작을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시 예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시 예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시 예들은 다양한 형태들로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시 예들에 한정되지 않는다.
- [0021] 본 발명의 개념에 따른 실시 예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시 예들을 도면에 예시하고 본 명세서에서 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시 예들을 특정한 개시 형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0022] 제1 또는 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만, 예컨대 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 벗어나지 않은 채, 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고 유사하게 제2 구성 요소는 제1 구성 요소로도 명명될 수 있다.
- [0023] 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성 요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성 요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는 중간에 다른 구성 요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성 요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0024] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로서, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 본 명세서에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0025] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0026] 이하, 본 명세서에 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 상세히 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시 예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0028] 도 1은 SDN 기반 네트워크 가상화를 설명하기 위한 개념도이다.
- [0029] SDN(Software Defined Networking)은 네트워킹 장비의 전송 평면과 제어 평면을 분리하고, 제어 평면을 중앙 집중화하여 전체 네트워크에 대한 단일한 방식의 제어가 가능한 네트워킹 구조로서, 기존 제조사 종속적이고 새로운 연구의 적용이 어려운 네트워크에 유연성과 프로그래밍가능성(programmability)을 부여한다는 장점이 존재한다. SDN 기반의 네트워크 가상화 기술은 다수의 네트워크 사용자가 자신의 가상 네트워크를 임의로 생성 및 제어하여 최적화된 가상 네트워크를 구성할 수 있는 기술이다.
- [0030] 도 1에 도시된 바와 같이, 다수의 사용자들이 존재할 때, 각 사용자는 각자의 가상 네트워크를 가지고 있으며 각자의 가상 네트워크 컨트롤러를 통해 SDN 형태로 가상 네트워크를 제어할 수 있다. 네트워크 하이퍼바이저는 이와 같은 SDN 기반의 네트워크 가상화 기술을 제공하기 위한 네트워크 제어 요소이다. 네트워크 하이퍼바이저는 물리 네트워크 전체를 감시하고 제어하는 역할을 할 뿐만 아니라 스위치, 포트, 링크와 같은 물리 네트워크 자원을 가상 네트워크 자원으로 추상화하여 각 가상 네트워크 컨트롤러에게 제공한다. 각 사용자들은 가상 네트워크 컨트롤러를 통하여 제공받은 가상 네트워크들을 제어할 수 있다. 이러한 가상화 기법을 통해, 물리 네트워크를 여러 사용자에게 독립적인 형태로 나누어 줄 수 있고, 각 가상 네트워크는 각 사용자의 서비스에 특화된

네트워크를 구성할 수 있다는 장점이 있다.

[0032]

도 2는 링크 장애 우회 기법을 설명하기 위한 도면이다.

[0033]

링크 장애 우회 기법은 물리 네트워크를 구성하는 링크 자원에 결함(장애)이 생겼을 때, 문제가 된 링크를 우회하여 정상적인 네트워킹이 가능하도록 해주는 기술이다. 링크 장애 우회 기법이 필요한 가장 대표적인 예시로 클라우드의 데이터 센터 네트워크가 있다. 클라우드 서비스들은 대부분 데이터 센터에 존재하는 서버들 간의 패킷 교환을 통해 동작하는데, 만약 데이터 센터 네트워크에서 링크 장애가 발생하면 해당 링크를 사용하던 클라우드 서비스의 패킷이 더 이상 전송될 수 없게 되므로 정상적인 서비스가 불가능해진다. 이러한 문제를 피하기 위해, 링크 장애가 발생하기 이전에 추가 경로를 미리 설치할 수 있다. 도 2와 같이, 양쪽 서버들 사이의 기존 경로 외에 추가적인 경로를 설치하고, 평상시(링크의 장애가 발생하지 않은 상태)에는 기존 경로를 통해 서버들 간의 패킷 전송이 진행되다가, 기존 경로를 구성하던 링크에 장애가 생겼을 때 추가 경로를 사용하여 패킷을 전송할 수 있다. 이와 같은 링크 장애 우회 기법을 통해 링크 장애가 발생하더라도 정상적인 네트워킹 및 서비스가 가능해진다.

[0034]

본 발명에서 해결하려는 문제는 위 두 가지 개념을 혼합한 상황에서 발생한다. 후술할 두 가지 발명 내용은 물리 네트워크에서 링크 장애가 발생했을 때, 1) 네트워크 하이퍼바이저가 링크 장애 우회 기법을 가상 네트워크 사용자에게 어떻게 제공해야 하는지, 2) 각 사용자의 대역폭을 왜 고려해야 하고 어떻게 고려하여 링크 장애 우회 기법을 제공하는지에 대하여 다룬다.

[0036]

도 3은 네트워크 하이퍼바이저 기반 링크 장애 우회 기법을 설명하기 위한 개념도이다.

[0037]

이하에서는, 네트워크 하이퍼바이저 기반 링크 장애 우회 기법을 소개한다. 네트워크 하이퍼바이저가 가상 네트워크 컨트롤러에게 가상 네트워크를 제공하고 있는 상황에서, 가상 네트워크 컨트롤러가 두 서버의 네트워킹을 위한 경로를 계산하면, 네트워크 하이퍼바이저는 이 경로(기존 경로)를 물리 네트워크에 설치할 뿐만 아니라, 링크 장애 우회를 제공하기 위한 경로(추가 경로)를 새롭게 계산하여 설치한다. 이때, 네트워크의 어떤 링크에서 장애가 발생할지 모르기 때문에 미리 계산된 추가 경로는 기존 경로와 겹치는(중복되는) 링크가 없도록 계산되어야 한다. 이러한 상황에서 기존 경로에 링크 장애가 발생하면, 미리 설치된 추가 경로를 통해 서버 간의 네트워킹이 끊임없이 지속된다. 이뿐만 아니라, 네트워크 하이퍼바이저는 이러한 링크 장애를 가상 네트워크 컨트롤러에게 알리지 않고 내부적으로 처리한다. 기존의 링크 장애 이벤트를 네트워크 컨트롤러에게 보내서 처리하도록 하는 방식이 아닌, 네트워크 하이퍼바이저 내부적으로 처리하고 링크 장애 이벤트를 알리지 않는 방식을 사용하면, 링크 장애 우회 기법을 제공하지 않는 가상 네트워크 컨트롤러도 네트워크를 안정적으로 사용할 수 있을 뿐만 아니라 가상 네트워크 컨트롤러가 사용하던 기존 네트워크 정책을 그대로 사용할 수 있다.

[0039]

도 4a와 도 4b는 대역폭을 고려한 링크 장애 우회 기법을 설명하기 위한 도면이다.

[0040]

대역폭을 고려한 링크 장애 우회는 링크 장애를 우회하기 위한 추가 경로를 계산하는 방법을 다룬다. 도 4a에서 두 사용자(사용자 A, 사용자 B)가 존재하고, 사용자 A의 기존 경로 및 추가 경로, 사용자 B의 기존 경로가 설치되어 있는 상황을 도시한다. 이때, 만약 사용자 B의 기존 경로가 사용자 A의 추가 경로와 동일한 링크를 지나고 있다면, 사용자 A의 기존 경로를 구성하는 링크에 장애가 발생했을 때, 사용자 A의 트래픽은 추가 경로로 전송되고, 동일한 링크를 지나는 사용자 A의 추가 경로와 사용자 B의 기존 경로 간의 링크 혼잡으로 인한 대역폭 간섭이 발생하게 된다. 링크 장애가 발생하지 않은 상황에서는 발생하지 않던 두 사용자의 대역폭 간섭이, 링크 장애 우회 기법으로 인해 발생하는 것이다. 가상화 상황에서는 모든 가상 네트워크가 서로 독립되어 있어 사용자들은 다른 사용자의 네트워크 및 트래픽에 관한 정보를 알 수 없기 때문에 이러한 문제가 발생하는 것이다. 그러므로, 네트워크 하이퍼바이저는 각 사용자의 대역폭 요구량을 고려하여 링크 장애 우회를 위한 추가 경로를 계산하여야 한다.

[0041]

도 4b에는 대역폭을 고려한 링크 장애 우회 기법을 적용했을 때의 추가 경로 계산 결과를 보여준다. 사용자 A의 추가 경로는 사용자 B의 기존 경로와 겹치지 않도록 설치됨으로써 링크 장애가 발생하더라도 두 사용자 간의 대역폭 간섭이 발생하지 않는다. 이를 위해 네트워크 하이퍼바이저는 각 링크의 사용 가능한 대역폭 및 각 사용자들의 대역폭 요구량을 미리 파악하고 다른 사용자의 경로와 대역폭 간섭이 일어나지 않는 추가 경로를 계산한다.

[0042]

만약, 사용자 A의 추가 경로가 이미 설치되어 있는 상황에서, 사용자 B의 기존 경로를 사용자 A의 추가 경로와 겹치는 곳에 설치해야 하는 상황이라면, 사용자 A의 추가 경로를 삭제하고 다른 경로를 재설치한다. 왜냐하면, 사용자가 요구한 경로(기존 경로)를 추가적으로 계산한 경로(추가 경로)보다 우선시해야 하기 때문이다.

- [0044] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 링크 장애 우회 장치의 기능 블록도이고, 도 6a와 도 6b는 도 5에 도시된 링크 장애 감지부에 의한 링크 장애 감지 동작을 설명하기 위한 도면이고, 도 7은 도 5에 도시된 백업 경로 계산부에 의한 백업 경로 계산 동작을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0045] 도 5를 참조하면, 네트워크 하이퍼바이저가 구현된 컴퓨팅 장치인 링크 장애 우회 장치(10)는 적어도 링크 장애 감지부(100)와 백업 경로 계산부(300)를 포함한다. 상기 컴퓨팅 장치는 적어도 프로세서(processor)와 메모리(memory)를 포함하는 서버 등으로 구현될 수 있다. 또한, 링크 장애 우회 장치(10)에 포함될 수 있는 다른 추가적인 구성 요소들의 포함을 제한하는 것은 아니다.
- [0046] 링크 장애 감지부(100)는 SDN 환경에서 물리 네트워크에 있는 복수의 스위치들 각각과 주기적으로 또는 비주기적으로 메시지(OpenFlow 메시지 등과 같은 상태 메시지)를 주고받음으로써 각 스위치가 액티브(active) 상태인지 확인할 수 있다. 또한, 링크 장애 감지부(100)는 LLDP(Link layer discovery protocol) 메시지를 이용하여 스위치 간의 링크의 액티브 상태(즉, 링크의 결함 또는 링크의 장애 여부)를 확인할 수 있다.
- [0047] 예컨대, 도 6a에서 링크 장애 감지부(100)가 스위치 A에게 LLDP 메시지를 송신하면, 스위치 A는 LLDP 메시지를 자신과 연결되어 있는 스위치들에게 브로드캐스팅(broadcasting) 방식으로 전달한다. 스위치 A로부터 LLDP 메시지를 수신한 스위치 B와 스위치 C는 LLDP 메시지를 링크 장애 감지부(100)로 송신한다. 스위치 B와 스위치 C로부터 LLDP 메시지를 받은 링크 장애 감지부(100)는 스위치 A와 스위치 B 사이 및 스위치 A와 스위치 C 사이의 링크가 액티브 상태(즉, 장애가 없는 상태)임을 확인할 수 있다. 이와 같이, 링크 장애 감지부(100)는 물리 네트워크의 모든 스위치들에게 LLDP 메시지를 송신하고, 각 스위치는 링크 장애 감지부(100)에게 받은 LLDP 메시지를 다른 스위치들로 브로드캐스팅 방식으로 전달하며, 다른 스위치로부터 받은 LLDP 메시지는 링크 장애 감지부(100)로 전달됨으로써, 링크 장애 감지부(100)는 물리 네트워크의 스위치 간 링크의 액티브 상태(장애의 유무)를 확인할 수 있다.
- [0048] 따라서, 도 6b와 같이 링크 결함(장애)이 발생하면, LLDP 메시지가 전달될 수 없게 되므로 링크 장애 감지부(100)는 링크 결함을 감지할 수 있다. 이후 링크 장애 감지부(100)는 모든 스위치에게 링크 결함을 알리게 되고, 스위치들이 기존 경로(original route)가 아닌 대체 경로(back-up route)를 이용하여 패킷을 전달하도록 한다.
- [0050] 백업 경로 계산부(300)는 기존 경로에 포함된 링크에 장애가 발생했을 때 활용 가능한 대체 경로(백업 경로 또는 추가 경로)를 계산할 수 있다.
- [0051] 도 7은 백업 경로 계산부(300)에 의한 백업 경로 계산 방법을 보여준다. 도 7에서 기존 경로(오리지널 경로)와 백업 경로를 각각 TR과 HR로 표현하였다.
- [0052] 우선, TR(오리지널 경로)과 대역폭 요구사항을 수신한 백업 경로 계산부(300)는 HR(백업 경로)를 계산할 수 있다. 이때, TR과 대역폭 요구사항은 SDN 컨트롤러로부터 수신될 수 있다. HR(백업 경로)의 계산은 대역폭을 고려한 최단 경로 알고리즘(shortest path algorithm)을 이용하여 수행될 수 있다. 성능 간섭이 발생하지 않도록 하기 위하여, 대역폭 허용량(bandwidth capacity)이 대역폭 요구사항과 같거나 큰 링크들만을 이용하여, 최단 경로 알고리즘을 이용하여 백업 경로를 계산한다.
- [0053] 예컨대, 도 8a에서, 사용자 A(Tenant A)의 HR(파란색 점선)을 계산할 때, 가운데 경로는 이미 사용자 B(Tenant B)의 기존 경로가 설치되어 있으므로, 가운데 경로의 대역폭 허용량이 0(Link capacity - 사용자 B의 대역폭 요구사항 = 100 - 100)이다. 그러므로, 가운데 경로를 제외하고, 두 호스트 사이의 최단 경로인 오른쪽 경로(파란색 점선)에 백업 루트(HR)를 설치한다.
- [0054] 다음으로, 백업 경로 계산부(300)는 TR(오리지널 경로)이 대역폭 요구사항을 만족하는지 확인한다. 만족하는 경우, TR(오리지널 경로) 및 HR(백업 경로) 모두 대역폭 요구사항을 만족하므로, 경로 계산 알고리즘이 종료된다. TR(오리지널 경로)의 대역폭 요구사항이 만족되지 않는 경우, 다음 과정이 수행된다.
- [0055] TR(오리지널 경로)이 대역폭 요구사항을 만족하지 않는 경우, 이 경로에 설치되어 있는 다른 사용자의 백업 루트(HR)들을 삭제하여 TR(오리지널 경로)의 대역폭 요구사항을 만족시킨다. 왜냐하면, TR은 사용자가 요구한 경로이므로 추가 경로인 백업 경로보다 우선순위가 높기 때문이다.
- [0056] 도 8b와 같은 상황에서, 사용자 A(Tenant A)의 TR(오리지널 경로)과 HR(백업 경로)이 설치되어 있다고 가정하자. 이때, 도 8c와 같이, 사용자 B(Tenant B)의 TR(오리지널 경로)이 설치되면, 파란색 HR과 주황색 TR의 대역폭 합계(대역폭 요구사항의 합)가 링크의 대역폭 허용량을 초과하므로, 성능 간섭이 발생할 수 있다. 이러

한 상황에서 TR(오리지널 경로)이 HR(백업 경로) 보다 우선순위가 높기 때문에 주황색 TR을 설치하기 위해서는 파란색 HR의 위치를 변경하여 재설치해야 한다.

[0057] 따라서, 백업 경로 계산부(300)는 추가 경로 계산 과정을 통해 파란색 HR을 다시 계산하게 되고, 결과적으로 도 8d와 같이 가운데 경로로 파란색 HR이 설치된다. 이와 같은 과정을 통해, 특정 사용자의 오리지널 경로에 대한 백업 경로를 계산할 수 있다.

[0058] 또한, 백업 경로 계산부(300)는 추가 경로에 포함되는 스위치에 플로우 룰(Flow rule)을 설치할 수 있다. 이때, 설치된 플로우 룰은 링크 장애 감지부(100)로부터 소정의 신호(예컨대, 활성화 신호)를 수신하기 전까지 비활성화될 수 있다. 실시예에 따라, 상기 소정의 신호는 링크 장애 감지부(100)가 링크의 장애 발생을 알리기 위해 각 스위치들에게 전송하는 신호를 의미할 수도 있다. 플로우 룰은 SDN 컨트롤러가 물리 스위치에 설치하는 네트워크 패킷 전송에 대한 규칙을 의미하며, 패킷의 특정 필드에 대한 일치(매칭) 정보 및 매칭된 패킷에 대해 수행하는 동작(액션)을 포함한다.

[0060] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성 요소, 소프트웨어 구성 요소, 및/또는 하드웨어 구성 요소 및 소프트웨어 구성 요소의 집합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시 예들에서 설명된 장치 및 구성 요소는, 예를 들어, 프로세서, 컨트롤러, ALU(Arithmetic Logic Unit), 디지털 신호 프로세서(Digital Signal Processor), 마이크로컴퓨터, FPA(Field Programmable array), PLU(Programmable Logic Unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(Operation System, OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(Processing Element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(Parallel Processor)와 같은, 다른 처리 구성(Processing Configuration)도 가능하다.

[0061] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(Computer Program), 코드(Code), 명령(Instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(Collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성 요소(Component), 물리적 장치, 가상 장치(Virtual Equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(Signal Wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(Embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0062] 실시 예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시 예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(Magnetic Media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(Optical Media), 플롭티컬 디스크(Floptical Disk)와 같은 자기-광 매체(Magneto-optical Media), 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시 예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0064] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성 요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성 요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0066]

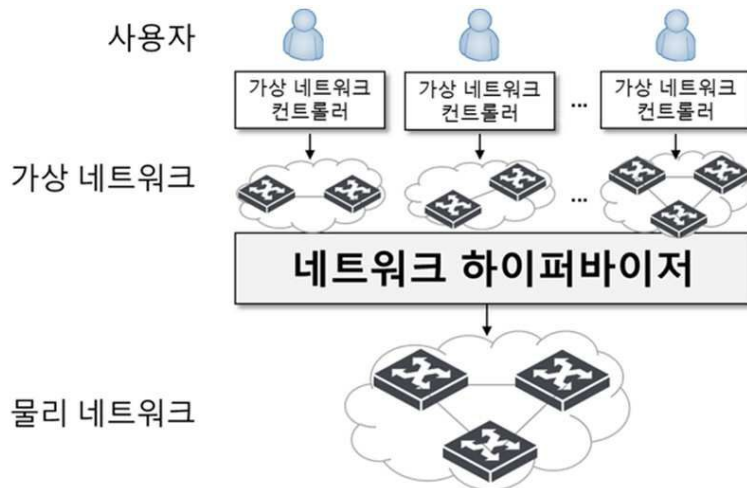
10 : 링크 장애 우회 장치

100 : 링크 장애 감지부

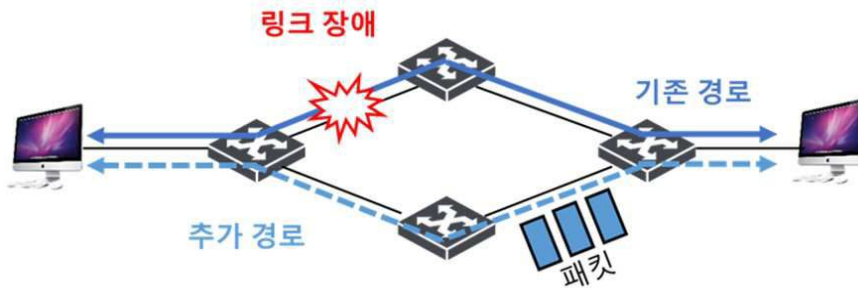
300 : 백업 경로 계산부

도면

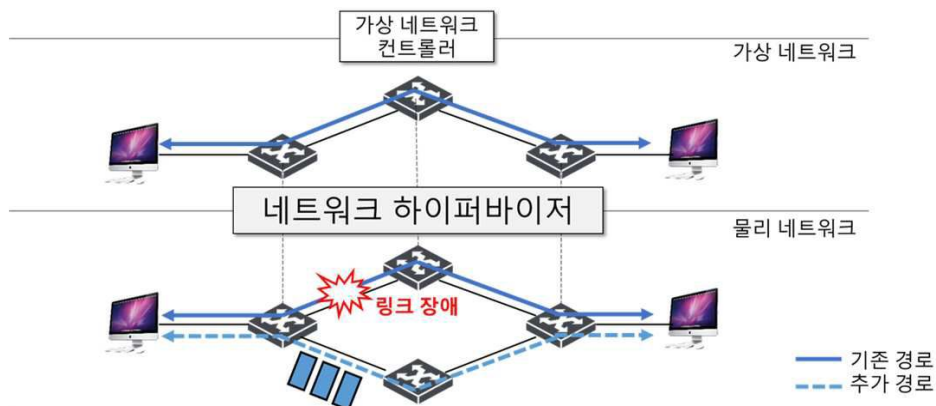
도면1



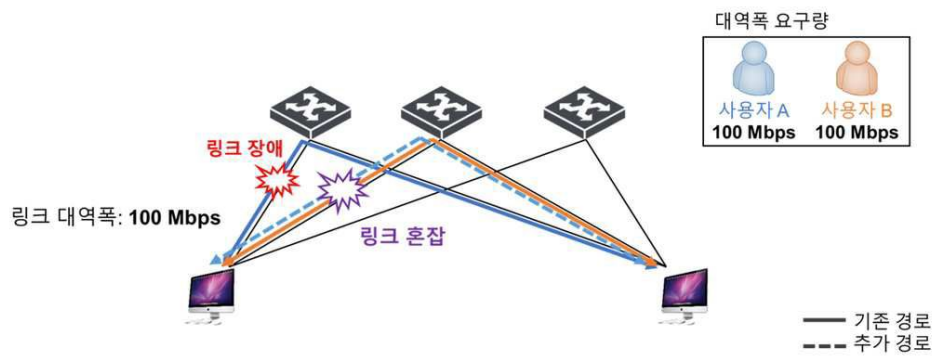
도면2



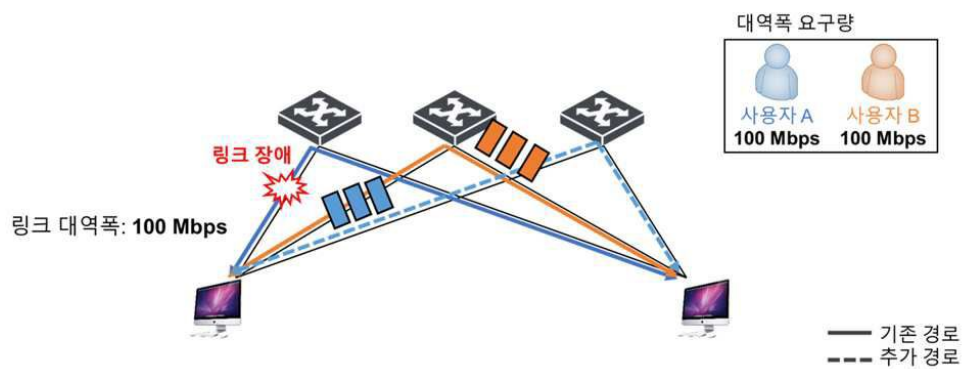
도면3



도면4a

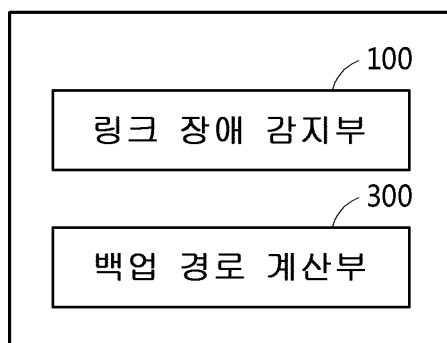


도면4b

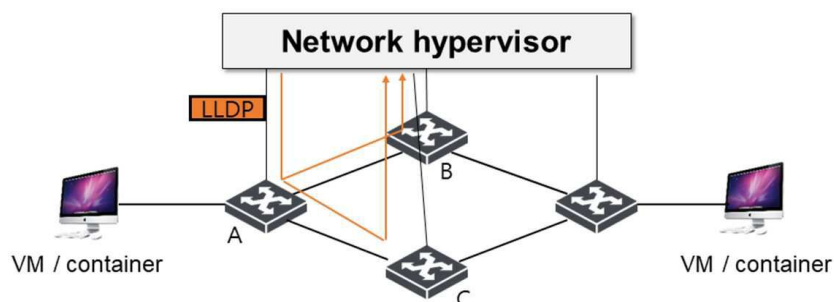


도면5

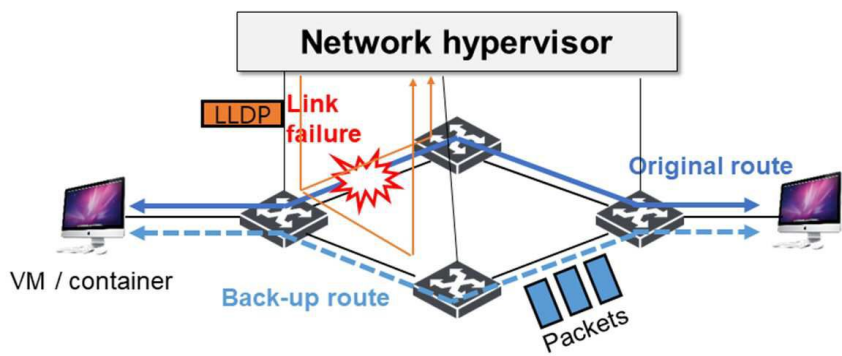
10



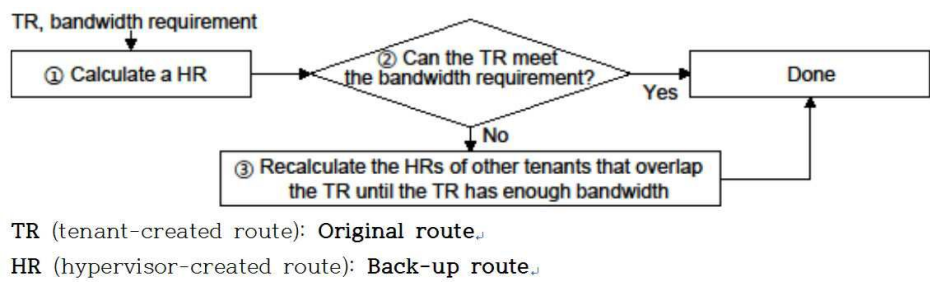
도면6a



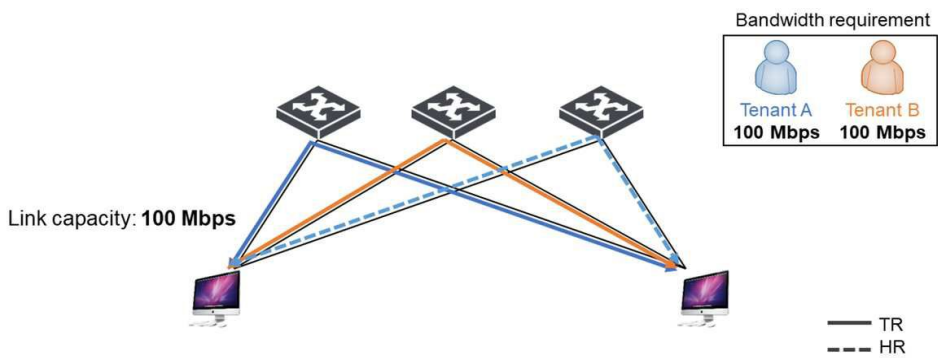
도면6b



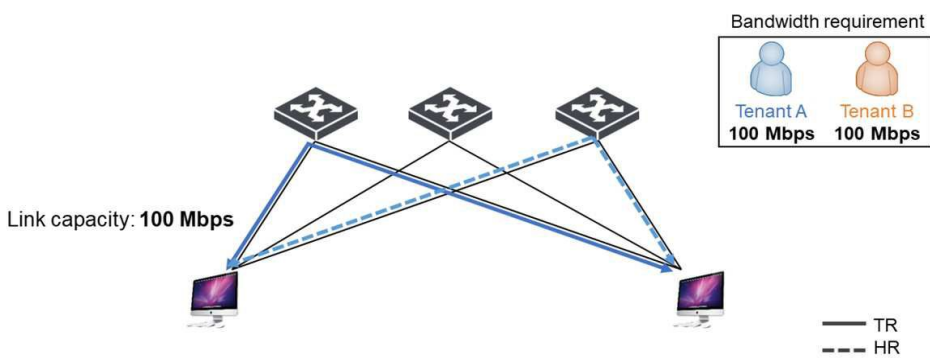
도면7



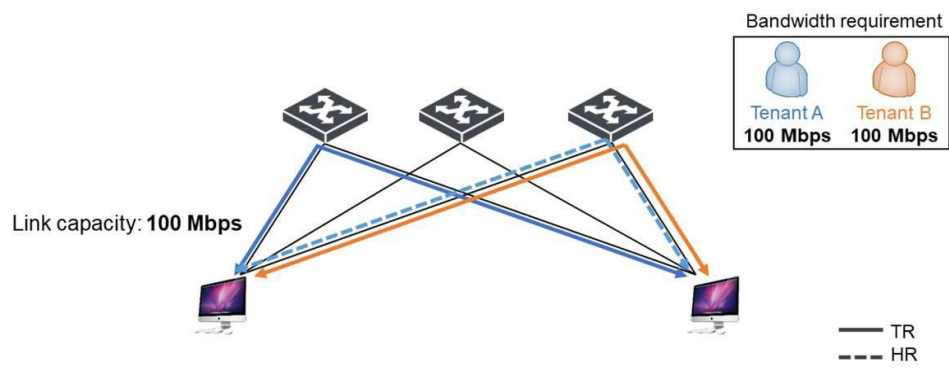
도면8a



도면8b



도면8c



도면8d

