



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년06월03일

(11) 등록번호 10-1524825

(24) 등록일자 2015년05월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04L 12/721 (2013.01) H04L 12/28 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0046720

(22) 출원일자 2014년04월18일

심사청구일자 2014년04월18일

(56) 선행기술조사문헌

US20050208949 A1

US20110225311 A1

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

백상현

서울 성북구 종암로23길 35, 202동 1304호 (종암동, 래미안세레니티)

김원태

서울 성북구 안암로 145, 공학관 434호 (안암동5가, 고려대학교이과대학)

박광우

서울 성북구 안암로 145, 산학관 612호 (안암동5가, 고려대학교이과대학)

(74) 대리인

김동용

전체 청구항 수 : 총 14 항

심사관 : 김대성

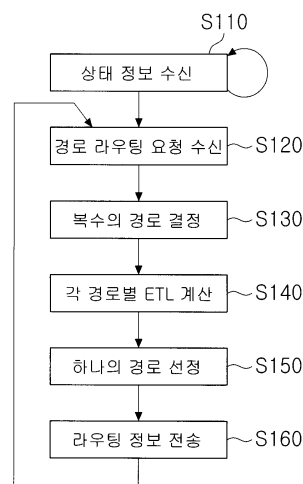
(54) 발명의 명칭 무선 메쉬 네트워크에서의 패킷 라우팅 방법, 패킷 라우팅 제어 장치 및 패킷 라우팅 시스템

(57) 요약

본 발명은 무선 메쉬 네트워크 상에서의 패킷에 대한 라우팅 경로를 각 라우팅 경로 별 트래픽 부하를 고려하여 선정하고 선정된 경로로 패킷 라우팅이 이루어질 수 있도록 하는 무선 메쉬 네트워크에서의 패킷 라우팅 방법, 패킷 라우팅 제어 장치 및 패킷 라우팅 시스템에 관한 것이다.

본 발명을 이용함으로써 중복 제거 기법을 고려하여 무선 메쉬 네트워크에서의 트래픽 양을 최적화시킬 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도5



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NIPA-2014-H0301-14-1015

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신산업진흥원

연구사업명 정보통신기술인력양성

연구과제명 초고속 무선 네트워크 기반 u-Office 서비스 연구 개발

기 여 율 1/1

주관기관 중앙대학교 산학협력단

연구기간 2013.09.01 ~ 2014.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

무선 메쉬 네트워크에서의 패킷 라우팅 방법으로서,

- (a) 복수의 메쉬 라우터로부터 상태 정보를 수신하는 단계;
- (b) 제1 메쉬 라우터로부터 핑거 프린트를 포함하는 경로 라우팅 요청을 수신하는 단계;
- (c) 상기 경로 라우팅 요청에 응답하여 복수의 상태 정보를 이용하여 메쉬 클라이언트로 전송할 데이터에 대한 복수의 경로를 결정하는 단계;
- (d) 복수의 상태 정보로부터 무선 메쉬 네트워크의 복수의 경로에 대한 예상 트래픽 부하(Expected Traffic Load, ETL)를 계산하는 단계; 및
- (e) 복수의 경로 각각의 ETL에 따라 복수의 경로 중 하나의 경로를 선정하는 단계;를 포함하는,
패킷 라우팅 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 상태 정보는 각 메쉬 라우터가 연결된 다른 메쉬 라우터를 알 수 있는 연결 정보 및 각 메쉬 라우터가 임시로 저장하고 있는 캐쉬 정보를 포함하는,

패킷 라우팅 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

- (f) 선정된 경로 상의 메쉬 라우터들로 상기 전송할 데이터의 라우팅에 이용될 라우팅 정보를 전송하는 단계;를 더 포함하는,

패킷 라우팅 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 단계 (d)는 결정된 복수의 경로 상의 메쉬 라우터들의 캐쉬 정보에 포함되는 핑거 프린트와 상기 경로 라우팅 요청에 포함된 핑거 프린트를 이용하여 ETL을 계산하고,

상기 단계 (e)는 복수의 ETL 중 최소 ETL을 가지는 경로를 선정하는,

패킷 라우팅 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 단계 (a) 내지 (e)는 반복적으로 수행되고,

각 반복에서의 선정되는 경로는 이전 반복에서 선정되는 경로와 상이할 수 있고, 상기 경로 라우팅 요청은 복수의 핑거 프린트를 포함하는,

패킷 라우팅 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 단계 (a) 내지 (e)는 무선 메쉬 네트워크의 패킷 라우팅 제어 장치에 의해서 수행되고,

상기 패킷 라우팅 방법은,

제1 메쉬 라우터가 상기 경로 라우팅 요청의 핑거 프린트에 대응하는 청크를 인코딩하는 단계;

상기 선정된 경로 상의 제2 메쉬 라우터가 인코딩된 청크를 디코딩하는 단계;를 더 포함하며,

상기 제2 메쉬 라우터는 상기 경로 라우팅 요청의 핑거 프린트에 대응하는 청크를 캐쉬에 저장하고 있고 상기 선정된 경로 상에서 상기 청크를 최종 저장하고 있는 메쉬 라우터인,

패킷 라우팅 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 전송할 데이터는 상기 무선 메쉬 네트워크상에서 상기 제1 메쉬 라우터로부터 메쉬 클라이언트로의 전송이 지정된 시간 이상의 지연을 허용하는 데이터인,

패킷 라우팅 방법.

청구항 9

제4항에 있어서,

상기 라우팅 정보는 상기 전송할 데이터의 패킷 헤더로부터 식별되는 플로우(flow) 식별자 및 상기 플로우 식별자로 식별되는 패킷을 전달할 메쉬 라우터 식별자를 포함하는,

패킷 라우팅 방법.

청구항 10

무선 메쉬 네트워크에서의 패킷 라우팅 제어 장치로서,

무선 메쉬 네트워크의 복수의 메쉬 라우터로부터 상태 정보를 나타내는 데이터를 수신하는 통신부; 및

복수의 상태 정보로부터 무선 메쉬 네트워크의 복수의 경로에 대한 예상 트래픽 부하(ETL)를 계산하고 복수의 경로 각각의 ETL에 따라 복수의 경로 중 하나의 경로를 선정하는 제어부;를 포함하며,

상기 제어부는 제1 메쉬 라우터로부터 핑거 프린트를 포함하는 경로 라우팅 요청을 상기 통신부를 통해 수신하고 상기 경로 라우팅 요청에 응답하여 복수의 상태 정보를 이용하여 메쉬 클라이언트로 전송할 데이터에 대한 복수의 경로를 결정하는,

패킷 라우팅 제어 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 상태 정보는 각 메쉬 라우터가 연결된 다른 메쉬 라우터를 알 수 있는 연결 정보 및 각 메쉬 라우터가 임시로 저장하고 패킷의 청크에 맵핑되는 핑거 프린트를 식별할 수 있는 캐쉬 정보를 포함하는,

패킷 라우팅 제어 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제어부는 선정된 경로 상의 메쉬 라우터들로 메쉬 클라이언트로 전송할 데이터의 라우팅에 이용될 라우팅

정보를 상기 통신부를 통해 전송하는,
패킷 라우팅 제어 장치.

청구항 13

제11항에 있어서,
상기 제어부는 메쉬 클라이언트로 전송할 데이터의 복수의 패킷에 대한 경로 라우팅 요청의 수신에 따라 복수의 경로를 결정하고 하나의 경로를 선정하며,
상기 전송할 데이터에 대한 하나의 경로 라우팅 요청에 따라 선정되는 경로와 다른 하나의 경로 라우팅 요청에 따라 선정되는 경로는 서로 상이할 수 있는,
패킷 라우팅 제어 장치.

청구항 14

무선 메쉬 네트워크에서의 패킷 라우팅 시스템으로서,
제10항의 무선 메쉬 네트워크에서의 패킷 라우팅 제어 장치;를 포함하는 ,
패킷 라우팅 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서,
복수의 메쉬 라우터;를 더 포함하며,
상기 복수의 메쉬 라우터 중 하나인 제1 메쉬 라우터는 상기 패킷 라우팅 제어 장치로 전달된 경로 라우팅 요청의 핑거 프린트에 대응하는 청크를 인코딩하고,
상기 경로 라우팅 요청에 따라 선정된 경로 상에 위치하고 상기 복수의 메쉬 라우터 중 하나인 제2 메쉬 라우터가 인코딩된 청크를 디코딩하며,
상기 제2 메쉬 라우터는 상기 경로 라우팅 요청의 핑거 프린트에 대응하는 청크를 캐쉬에 저장하고 있고 상기 선정된 경로 상에서 상기 청크를 최종 저장하고 있는 메쉬 라우터인,
패킷 라우팅 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무선 메쉬 네트워크에서의 패킷 라우팅 방법, 패킷 라우팅 제어 장치 및 패킷 라우팅 시스템에 관한 것으로서, 구체적으로는 무선 메쉬 네트워크 상에서의 패킷에 대한 라우팅 경로를 각 라우팅 경로 별 트래픽 부하를 고려하여 선정하고 선정된 경로로 패킷 라우팅이 이루어질 수 있도록 하는, 무선 메쉬 네트워크에서의 패킷 라우팅 방법, 패킷 라우팅 제어 장치 및 패킷 라우팅 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 무선 메쉬 네트워크(Wireless Mesh Network)는 토폴로지(Topology) 구성의 유연성과 망구축의 편리성을 제공한다. 기본적인 무선 메쉬 네트워크는 도 1과 같이 메쉬 라우터와 메쉬 클라이언트로 구성된다. 무선 메쉬 네트워크 내의 메쉬 라우터들은 이웃하는 메쉬 라우터와 무선으로 신호 세기 등을 고려하여 유연한 토폴로지를 형성한다. 메쉬 클라이언트는 메쉬 라우터 중 하나에 연결되어 이 메쉬 라우터 또는 인터넷과 통신 가능하다. 또한 물리적 회선에 의한 연결이 아니기 때문에 추가적인 구축 비용 없이 쉽게 네트워크 구축이 가능하다.

[0003] 무선 메쉬 네트워크는 무선 매체의 특성으로 인해 유선 매체를 기반으로 하는 유선 네트워크와 다음과 같은 차이가 있다.

[0004] 첫째, 무선 메쉬 네트워크는 주변 환경의 영향으로 무선의 패킷이 변형되거나 소실되는 오류 확률이 유선 네트워크에 비해 상대적으로 크다. 이에 따라 무선 메쉬 네트워크는 오류 확률을 고려한 라우팅 메트릭(Metric)(또

는 방법)이 사용된다. 예를 들어 ETX(Expected Transmission Count)는 전송 횟수를 고려한 라우팅 메트릭이다. ETX를 기반으로 하는 라우팅 기법은 전체 재전송 횟수를 줄이는 라우팅 경로를 선택한다. 또한 ETT(Expected Transmission Time)는 오류를 고려해 전송 시간의 기대값을 계산한 라우팅 메트릭이고 ETT 기반의 라우팅 기법은 두 노드 사이의 재전송 시간을 줄이는 라우팅 경로를 선택한다.

[0005] 둘째, 무선 매체는 유선 매체에 비해 상대적으로 작은 대역폭을 가지기 때문에 무선 메시 네트워크는 전달할 수 있는 트래픽(traffic)의 양이 제한적이다. 이로 인해 무선 메시 네트워크에 연결된 다수의 사용자에게 양질의 서비스를 제공하기 어렵다. 트래픽의 양을 감소시키기 위한 방안으로 네트워크 계층의 중복 제거(Redundancy Elimination) 기법을 무선 메시 네트워크에 적용하여 트래픽 감소 효과를 가져올 수 있다.

[0006] 중복 제거 기법을 적용하기 위해, 각 라우터들은 패킷의 정보를 저장할 수 있는 캐쉬(Cache)를 가지고 있다. 라우터를 경유하는 패킷들은 청크로 나뉘고 각 청크의 해시값(hash value)인 핑거 프린트(fingerprint)가 계산되고 핑거 프린트는 청크에 맵핑되어 캐쉬에 저장된다.

[0007] 목적지 라우터의 캐쉬 정보를 알고 있다고 가정할 때 중복 제거 기법의 기본 동작 과정은 도 2와 같다. 보낼 패킷들 중 목적지 라우터에 저장되어 있는 청크들을 더 작은 크기를 가지는 핑거 프린트로 교체하는 인코딩 과정을 거치고 인코딩된 패킷을 전송하여 트래픽 감소 효과를 얻을 수 있다. 인코딩된 패킷을 수신한 목적지 라우터는 캐쉬 정보에 기초하여 핑거 프린트를 다시 청크로 교체하는 디코딩 과정을 거쳐 원래의 패킷을 복구할 수 있다.

[0008] 최근에 목적지 라우터의 캐쉬 정보뿐 아니라 라우팅 경로 상의 모든 라우터의 캐쉬 정보를 고려해 중복 제거 기법의 효과를 증대시키는 연구(비특허문헌 참조)가 진행되고 있다. 이 연구에서 라우터에만 캐쉬 정보를 저장했던 것을 라우팅 경로 전체에 캐쉬 정보를 분산시켜 캐쉬 정보가 바뀌는 횟수를 최소화하여 캐쉬 효율을 높인다. 또한, 목적지 라우터에 저장되어 있는 청크 뿐만 아니라 경로상의 모든 라우터에 저장되어 있는 청크를 인코딩하여 추가적인 중복 제거 효과를 얻는다.

[0009] 기존의 라우팅 기법들은 경로 상의 라우터들에게 저장될 청크(chunk)를 분배하는 알고리즘을 통해 최적화하는데 중점을 두고 있거나 전송 횟수나 전송 시간의 예측에 따라 최적화하는 데 중점을 두고 있다.

[0010] 한편 소스(Source)로부터 목적지로 전송되는 데이터는 대용량의 데이터일 수 있다. 이러한 데이터는 예를 들어 파일, 콘텐츠, 이메일 등일 수 있다. 무선 메시 네트워크를 통해 데이터가 전송될 때 중복을 더 많이 고려하기 위해서는 패킷의 내용에 따라 라우팅 경로가 달라질 필요가 있다. 그러나 기존 라우팅 기법들은 패킷의 내용에 따라 라우팅 경로를 변경하기 것이 용이치 않다.

[0011] 특히, 트래픽 양을 고려하고 중복을 고려하여 라우팅 경로를 설정하는 것에 대해서는 알려져 있지 않다.

[0012] 따라서, 이러한 여러 문제를 해소할 수 있도록 하는 무선 메시 네트워크에서의 패킷 라우팅 방법, 패킷 라우팅 제어 장치 및 패킷 라우팅 시스템이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0013] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2009-0013226호
(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허공보 제10-2012-0055989호
(특허문헌 0003) 대한민국 공개특허공보 제10-2013-0091123호
(특허문헌 0004) 대한민국 공개특허공보 제10-2008-0114772호

비특허문헌

- [0014] (비특허문헌 0001) [1] A. Anand, Vyas Sekar, and A. Akella, "SmartRE: An Architecture for Coordinated Network-wide Redundancy Elimination," in Proc. SIGCOMM, August 2009.
(비특허문헌 0002) [2] Y. Cui, S. Xiao, C. Liao, I. Stojmenovic, and M.

Li, "Data Centers as Software Defined Networks: Traffic Redundancy Elimination with Wireless Cards at Routers," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 31, No. 12, pp. 2658-2672, December 2013.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0015] 본 발명은, 상술한 문제점을 해결하기 위해서 안출한 것으로서, 메쉬 클라이언트로 데이터 전송시에 무선 메쉬 네트워크상에서 야기되는 트래픽 양을 최적화할 수 있도록 하는, 무선 메쉬 네트워크에서의 패킷 라우팅 방법, 패킷 라우팅 제어 장치 및 패킷 라우팅 시스템을 제공하는 데 그 목적이 있다.
- [0016] 또한 본 발명은 데이터 전송시에 중복되는 링크의 제거를 극대화할 수 있도록 하는 라우팅 경로를 선정하고 선정된 라우팅 경로로 데이터의 전송이 이루어질 수 있도록 하는 무선 메쉬 네트워크에서의 패킷 라우팅 방법, 패킷 라우팅 제어 장치 및 패킷 라우팅 시스템을 제공하는 데 그 목적이 있다.
- [0017] 또한 본 발명은 플로우(flow)별 데이터의 패킷들의 전송시에 변화하는 무선 메쉬 네트워크의 상황에 따라 트래픽 양을 최적화할 수 있도록 다른 라우팅 경로가 이용될 수 있도록 하는 무선 메쉬 네트워크에서의 패킷 라우팅 방법, 패킷 라우팅 제어 장치 및 패킷 라우팅 시스템을 제공하는 데 그 목적이 있다.
- [0018] 또한 본 발명은 무선 메쉬 네트워크의 메쉬 라우터의 구조를 단순화시키고 무선 메쉬 네트워크의 상황별 라우팅 경로가 유연하게 변경될 수 있도록 하는 무선 메쉬 네트워크에서의 패킷 라우팅 방법, 패킷 라우팅 제어 장치 및 패킷 라우팅 시스템을 제공하는 데 그 목적이 있다.
- [0019] 또한 본 발명은 소스와 메쉬 클라이언트 사이에서 설정되고 송수신되는 플로우 데이터를 플로우보다 작은 단위로 라우팅이 이루어지도록 하여 중복 제거의 효과가 극대화할 수 있도록 하는 무선 메쉬 네트워크에서의 패킷 라우팅 방법, 패킷 라우팅 제어 장치 및 패킷 라우팅 시스템을 제공하는 데 그 목적이 있다.
- [0020] 또한 본 발명은 소프트웨어 정의 네트워크 구조와 플로우 테이블을 활용하여 라우팅 경로별 메쉬 라우터로 플로우별로 변화하는 라우팅 경로를 동적으로 제공할 수 있도록 하는 무선 메쉬 네트워크에서의 패킷 라우팅 방법, 패킷 라우팅 제어 장치 및 패킷 라우팅 시스템을 제공하는 데 그 목적이 있다.
- [0021] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0022] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 무선 메쉬 네트워크에서의 패킷 라우팅 방법은 (a) 복수의 메쉬 라우터로부터 상태 정보를 수신하는 단계, (d) 복수의 상태 정보로부터 무선 메쉬 네트워크의 복수의 경로에 대한 예상 트래픽 부하(Expected Traffic Load, ETL)를 계산하는 단계 및 (e) 복수의 경로 각각의 ETL에 따라 복수의 경로 중 하나의 경로를 선정하는 단계를 포함한다.
- [0023] 또한 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 무선 메쉬 네트워크에서의 패킷 라우팅 제어 장치는 무선 메쉬 네트워크의 복수의 메쉬 라우터로부터 상태 정보를 나타내는 데이터를 수신하는 통신부 및 복수의 상태 정보로부터 무선 메쉬 네트워크의 복수의 경로에 대한 예상 트래픽 부하(ETL)를 계산하고 복수의 경로 각각의 ETL에 따라 복수의 경로 중 하나의 경로를 선정하는 제어부를 포함한다.
- [0024] 또한 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 무선 메쉬 네트워크에서의 패킷 라우팅 시스템은 무선 메쉬 네트워크에서의 패킷 라우팅 제어 장치를 포함하고, 패킷 라우팅 제어 장치는 무선 메쉬 네트워크의 복수의 메쉬 라우터로부터 상태 정보를 나타내는 데이터를 수신하는 통신부 및 복수의 상태 정보로부터 무선 메쉬 네트워크의 복수의 경로에 대한 예상 트래픽 부하(ETL)를 계산하고 복수의 경로 각각의 ETL에 따라 복수의 경로 중 하나의 경로를 선정하는 제어부를 포함한다.

발명의 효과

- [0025] 상기와 같은 본 발명에 따른 무선 메쉬 네트워크에서의 패킷 라우팅 방법, 패킷 라우팅 제어 장치 및 패킷 라우팅 시스템은 메쉬 클라이언트로 데이터 전송시에 무선 메쉬 네트워크상에서 야기되는 트래픽 양을 최적화할 수 있도록 하는 효과가 있다.
- [0026] 또한 상기와 같은 본 발명에 따른 무선 메쉬 네트워크에서의 패킷 라우팅 방법, 패킷 라우팅 제어 장치 및 패킷 라우팅 시스템은 데이터 전송시에 중복되는 링크의 제거를 극대화할 수 있도록 하는 라우팅 경로를 선정하고 선정된 라우팅 경로로 데이터의 전송이 이루어질 수 있도록 하는 효과가 있다.
- [0027] 또한 상기와 같은 본 발명에 따른 무선 메쉬 네트워크에서의 패킷 라우팅 방법, 패킷 라우팅 제어 장치 및 패킷 라우팅 시스템은 플로우(flow)별 데이터의 패킷들의 전송시에 변화하는 무선 메쉬 네트워크의 상황에 따라 트래픽 양을 최적화할 수 있도록 다른 라우팅 경로가 이용될 수 있도록 하는 효과가 있다.
- [0028] 또한 상기와 같은 본 발명에 따른 무선 메쉬 네트워크에서의 패킷 라우팅 방법, 패킷 라우팅 제어 장치 및 패킷 라우팅 시스템은 무선 메쉬 네트워크의 메쉬 라우터의 구조를 단순화시키고 무선 메쉬 네트워크의 상황별 라우팅 경로가 유연하게 변경될 수 있도록 하는 효과가 있다.
- [0029] 또한 상기와 같은 본 발명에 따른 무선 메쉬 네트워크에서의 패킷 라우팅 방법, 패킷 라우팅 제어 장치 및 패킷 라우팅 시스템은 소스와 메쉬 클라이언트 사이에서 설정되고 송수신되는 플로우 데이터를 플로우보다 작은 단위로 라우팅이 이루어지도록 하여 중복 제거의 효과가 극대화할 수 있도록 하는 효과가 있다.
- [0030] 또한 상기와 같은 본 발명에 따른 무선 메쉬 네트워크에서의 패킷 라우팅 방법, 패킷 라우팅 제어 장치 및 패킷 라우팅 시스템은 소프트웨어 정의 네트워크 구조와 플로우 테이블을 활용하여 라우팅 경로별 메쉬 라우터로 플로우별로 변화하는 라우팅 경로를 동적으로 제공할 수 있도록 하는 효과가 있다.
- [0031] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 무선 메쉬 네트워크의 기본 구조를 도시한 도면이다.
- 도 2는 일반적인 중복 제거 기법에 따른 기본 동작 과정을 도시한 도면이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 예시적인 무선 메쉬 네트워크에서의 패킷 라우팅 시스템을 도시한 도면이다.
- 도 4는 패킷 라우팅 제어 장치의 예시적인 블록도를 도시한 도면이다.
- 도 5는 본 발명에 따라 라우팅 경로를 결정하기 위한 예시적인 동작 흐름을 도시한 도면이다.
- 도 6은 라우팅 경로를 요청하고 그 응답을 수신하기 위해 메쉬 라우터에서 수행되는 예시적인 동작 흐름을 도시한 도면이다.
- 도 7은 본 발명에 따라 중복 제거 기법을 적용한 무선 메쉬 네트워크의 예시를 나타낸다.
- 도 8은 본 발명에 따라 중복 제거 기법을 적용한 무선 메쉬 네트워크에서의 패킷 버퍼링의 예시를 나타낸다.
- 도 9는 메쉬 라우터가 가지고 있는 캐쉬 정보와 연결 정보의 예시를 나타낸다.
- 도 10은 패킷 라우팅 제어 장치가 가지고 있는 예시적인 캐쉬 정보와 연결 정보를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] 상술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 후술 되어 있는 상세한 설명을 통하여 더욱 명확해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다.

- [0034] 도 3은 본 발명에 따른 예시적인 무선 메쉬 네트워크에서의 패킷 라우팅 시스템을 도시한 도면이다.

- [0035] 패킷 라우팅 시스템은 패킷 라우팅 제어 장치(100), 복수의 메쉬 라우터(200) 및 메쉬 클라이언트(300)를 포함한다. 복수의 메쉬 라우터(200)로 구성된 무선 메쉬 네트워크는 인터넷에 연결된다.
- [0036] 패킷 라우팅 시스템의 각 구성 요소에 대해서 간단히 살펴보면, 복수의 메쉬 라우터(200)는 무선의 메쉬 네트워크를 형성한다. 특정 하나 또는 복수의 메쉬 라우터(200)는 인터넷에 연결되어 웹 서버 등과 같은 소스로부터 데이터를 수신하고 수신된 데이터의 패킷들을 이웃하는 메쉬 라우터(200)를 통해 메쉬 클라이언트(300)로 전송할 수 있다.
- [0037] 메쉬 라우터(200) 각각은 메모리 등으로 구성된 캐쉬를 포함한다. 캐쉬는 패킷의 청크들을 임시로 저장하고 청크의 핑거 프린트를 저장한다. 핑거 프린트는 예를 들어 해쉬(Hash) 함수에 의해서 생성되는 해쉬값이다. 그리고 메쉬 라우터(200)는 트랜스포트(Transport) 계층의 패킷을 처리할 수 있도록 구성된다. 이에 따라 메쉬 라우터(200)는 트랜스포트 계층, 링크 계층, IP 계층의 주소를 식별할 수 있다.
- [0038] 복수의 메쉬 라우터(200)는 무선 메쉬 네트워크를 형성하고 소스로부터 메쉬 클라이언트(300)로의 라우팅 경로를 하나 이상 제공할 수 있다.
- [0039] 인터넷에 연결된 메쉬 라우터(200)는 소스로부터 인터넷을 경유하여 데이터를 수신한 경우에 패킷 라우팅 제어 장치(100)로 경로 라우팅 요청을 전송하고 라우팅 정보를 수신할 수 있다. 또한 메쉬 라우터(200)들은 주기적으로 혹은 무선 메쉬 네트워크에서의 상황(상태) 변화에 따라 상태 정보를 패킷 라우팅 제어 장치(100)로 전송한다. 패킷 라우팅 제어 장치(100)는 상태 정보의 수신에 따라 메쉬 라우터(200)에 임시로 저장되어 있는 캐쉬 정보와 메쉬 라우터(200) 간 연결 정보를 알 수 있다.
- [0040] 메쉬 라우터(200)에서 이루어지는 제어 흐름 등은 이하에서 도 6 등을 통해서 상세히 살펴보도록 한다.
- [0041] 메쉬 클라이언트(300)는 무선 메쉬 네트워크에 연결되어 소스와 데이터를 송수신할 수 있다. 메쉬 클라이언트(300)는 특정 하나의 메쉬 라우터(200)에 연결되고 무선 메쉬 네트워크에서 결정되는 라우팅 경로에 따라 소스로부터 데이터를 수신할 수 있다. 무선 메쉬 네트워크상에서 수신되는 데이터는 패킷의 페이로드에 포함될 수 있다.
- [0042] 메쉬 클라이언트(300)는 예를 들어 PC, 노트북, 핸드폰, 스마트폰 등과 같이 무선 메쉬 네트워크에 연결될 수 있는 장치이다.
- [0043] 패킷 라우팅 제어 장치(100)는 복수의 메쉬 라우터(200)로부터 주기적으로 혹은 상황 변화에 따른 이벤트에 따라 상태 정보를 수신하고 무선 메쉬 네트워크상의 토폴로지(Topology)를 결정하고 각 메쉬 라우터(200)의 캐쉬에 저장된 캐쉬 정보를 결정할 수 있다.
- [0044] 또한 패킷 라우팅 제어 장치(100)는 인터넷에 연결된 메쉬 라우터(200)로부터의 경로 라우팅 요청을 수신하고 상태 정보에 따른 토폴로지에 따라 메쉬 클라이언트(300)로 데이터를 라우팅할 수 있는 라우팅 경로들을 결정한다. 패킷 라우팅 제어 장치(100)는 여러 라우팅 경로들 중에서 예상 트래픽 부하(Expected Traffic Load, 이하 "ETL"이라고도 함.)가 가장 작은 경로를 선정하고 선정된 경로 상의 메쉬 라우터(200)로 라우팅 정보를 전송할 수 있다.
- [0045] 패킷 라우팅 제어 장치(100)와 복수의 메쉬 라우터(200)는 유선 또는 무선의 네트워크를 통해 연결된다.
- [0046] 패킷 라우팅 제어 장치(100)에 대해서는 도 4 이하에서 상세히 살펴보도록 한다.
- [0047] 도 4는 패킷 라우팅 제어 장치(100)의 예시적인 블록도를 도시한 도면이다.
- [0048] 도 4에 따르면 패킷 라우팅 제어 장치(100)는 적어도 통신부(110), 메모리(120), 제어부(130) 및 시스템 버스/제어 버스(140)를 포함한다.
- [0049] 패킷 라우팅 제어 장치(100)의 각 구성 요소를 살펴보면, 통신부(110)는 복수의 메쉬 라우터(200)와 데이터를 송수신한다. 통신부(110)는 무선 또는 유선의 데이터 패킷을 전송하고 수신하도록 구성된다. 통신부(110)는 복수의 메쉬 라우터(200)로부터 상태 정보를 나타내는 데이터를 패킷으로 수신하고 복수의 메쉬 라우터(200)를 제어하기 위한 정보(예를 들어 라우팅 정보)를 패킷으로 송신할 수 있다. 통신부(110)는 예를 들어 유선 랜이나 무선 랜의 데이터 패킷을 지정한 통신 프로토콜에 따라 송수신할 수 있도록 구성되는 통신 IC를 포함한다.
- [0050] 메모리(120)는 휘발성 메모리 및/또는 비휘발성 메모리를 포함한다. 메모리(120)는 라우팅 경로를 결정하기 위한

프로그램, 메쉬 라우터(200) 각각의 캐쉬 정보와 연결 정보를 저장할 수 있다. 캐쉬 정보와 연결 정보는 상태 정보에 포함되어 통신부(110)를 통해 각각의 메쉬 라우터(200)로부터 수신될 수 있다.

[0051]

제어부(130)는 하나 혹은 복수의 프로세서, CPU 등으로 구성된다. 제어부(130)는 메모리(120)에 저장된 프로그램을 이용하여 통신부(110)를 통해 수신된 정보나 요청을 처리하도록 구성된다. 특히 제어부(130)는 복수의 메쉬 라우터(200)로부터 상태 정보를 통신부(110)를 경유하여 수신하고 특정 메쉬 라우터(200)(예를 들어 인터넷에 연결된 메쉬 라우터(200))로부터의 경로 라우팅 요청에 따라 특정 메쉬 라우터(200)로부터 메쉬 클라이언트(300)에 연결된 메쉬 라우터(200)로의 복수의 경로를 결정할 수 있다. 제어부(130)는 캐쉬 정보와 연결 정보 등을 활용하여 복수의 경로에 대한 예상 트래픽 부하를 계산하고 예상 트래픽 부하가 최소로 되는 하나의 경로를 선정할 수 있다. 선정된 경로에 대한 라우팅 정보는 선정된 경로 상의 메쉬 라우터(200)로 전송될 수 있다.

[0052]

제어부(130)에서 수행되는 동작은 도 5와 다른 도면을 통해서 더욱더 상세히 살펴볼도록 한다.

[0053]

시스템 버스/제어 버스(140)는 패킷 라우팅 제어 장치(100) 내의 구성 요소간의 데이터나 제어 신호를 송수신할 수 있는 버스이다. 시스템 버스/제어 버스(140)는 예를 들어 병렬 버스, 시리얼 버스, GPIO(General Purpose Input/Output) 또는 그 조합으로 구성된다.

[0054]

도 5는 본 발명에 따라 라우팅 경로를 결정하기 위한 예시적인 동작 흐름을 도시한 도면이다. 도 5에 따른 동작 흐름은 패킷 라우팅 제어 장치(100)에서 수행되며 바람직하게는 메모리(120)에 저장된 프로그램을 제어부(130)가 수행하여 구성된다.

[0055]

도 5에 따른 동작 흐름을 살펴보면, 제어부(130)는 복수의 메쉬 라우터(200)로부터 상태 정보를 통신부(110)를 경유하여 수신(S110)한다. 메쉬 라우터(200)는 주기적으로 또는 무선 메쉬 네트워크의 상황 변화에 따라 상태 정보를 패킷 라우팅 제어 장치(100)로 전송한다. 각 메쉬 라우터(200)에 의해 전송되는 상태 정보는 적어도 연결 정보와 캐쉬 정보를 포함한다.

[0056]

연결 정보는 각 메쉬 라우터(200)가 연결된 이웃하는 메쉬 라우터(200)를 알 수 있는 메쉬 라우터(200)의 식별자를 포함하고 또한 연결된 링크의 오류 확률을 포함한다. 연결 정보는 제어부(130)의 처리 부하를 줄이기 위해서 ETX(Expected Transmission Count)를 더 포함할 수도 있다. 또는 ETX는 제어부(130)가 계산할 수도 있다.

[0057]

ETX의 계산에 대해서 살펴보면, 임의의 링크에 대해 정방향으로 전송할 때 오류 확률을 P_f 라 하고 반대방향으로 전송할 때 오류 확률을 P_r 이라 할 때, 전송에 실패할 확률 P 는 수학식 1과 같다.

수학식 1

$$P = 1 - (1 - P_f)(1 - P_r)$$

[0058]

[0059]

x번 전송했을 때 전송에 성공할 확률 $s(x)$ 는 수학식 2와 같고 이에 따라 전송 횟수의 기대값인 ETX는 수학식 3과 같이 계산할 수 있다.

수학식 2

$$s(x) = p^{x-1} (1 - p)$$

[0060]

수학식 3

$$ETX = \sum_{x=1}^{\infty} s(x)x = \frac{1}{1-p}$$

[0061]

[0062]

캐쉬 정보는 각 메쉬 라우터(200)가 캐쉬에 임시로 저장하고 있는 데이터를 식별할 수 있도록 하는 정보이다. 캐쉬 정보는 메쉬 라우터(200)가 임시로 저장하는 있는 청크에 대한 핑거 프린트들을 포함하고 나아가 핑거 프린트들에 각각 맵핑되는 청크들을 더 포함한다. 트래픽 부하를 고려하여 바람직하게 청크들은 상태 정보에 포함되어 수신되는 캐쉬 정보에 생략된다. 캐쉬 정보는 주기적으로 각 메쉬 라우터(200)로부터 수신되거나 또는 메쉬 라우터(200)의 캐쉬가 변경될 때마다 수신될 수 있다. 캐쉬 정보의 주기적 또는 변경시의 전송은 패킷 라우팅 제어 장치(100)와 메쉬 라우터(200) 간의 캐쉬에 대한 일관성을 유지시켜 준다.

[0063]

상태 정보의 수신에 따라, 제어부(130)는 복수의 메쉬 라우터(200)의 캐쉬 정보를 관리하는 캐쉬 정보의 테이블을 갱신하고 무선 메쉬 네트워크의 토폴로지(의 뷰)를 갱신(도 7 참조)할 수 있다. 이런 캐쉬 정보의 테이블과 토폴로지에 대한 정보는 메모리(120)에 저장된다.

[0064]

이후 제어부(130)는 통신부(110)를 경유하여 인터넷에 연결된 메쉬 라우터(200)로부터 경로 라우팅 요청을 수신(S120)한다. 경로 라우팅 요청은 핑거 프린트를 포함하고 예를 들어 지정된 개수(예를 들어 3개)의 핑거 프린트를 포함한다. 핑거 프린트는 요청한 메쉬 라우터(200)에 의해서 생성되고 패킷 헤더에 의해서 지정된 메쉬 클라이언트(300)로 전송될 데이터의 청크에 맵핑된다. 청크는 데이터의 패킷의 페이로드 전체이거나 페이로드의 일부일 수 있다. 청크의 크기나 구성은 메쉬 라우터(200)와 패킷 라우팅 제어 장치(100) 사이에 미리 지정될 수 있다.

[0065]

경로 라우팅 요청은 소스와 메쉬 클라이언트(300) 사이에 설정되는 플로우(flow)를 나타내는 식별자(들)를 포함한다. 플로우는 소스와 메쉬 클라이언트(300) 사이에 송수신되는 패킷의 헤더에 의해서 서로 구별된다. 예를 들어 플로우 식별자는 랜 ID, 출발지/목적지 맥(MAC) 주소, 출발지/목적지 IP 주소, 출발지/목적지 포트 번호의 조합으로 구성된다. 하나의 플로우 상에서 소스는 메쉬 클라이언트(300)로 데이터를 인터넷과 무선 메쉬 네트워크를 통해 전송할 수 있다.

[0066]

경로 라우팅 요청에 따라, 제어부(130)는 무선 메쉬 네트워크상에서 메쉬 클라이언트(300)로의 라우팅 경로를 결정(S130)한다. 제어부(130)는 바람직하게는 복수의 라우팅 경로를 결정할 수 있다. 제어부(130)는 복수의 상태 정보를 이용하여 구성되는 토폴로지(연결 정보)로 복수의 경로를 결정한다.

[0067]

결정된 복수의 경로에 대해, 제어부(130)는 각 경로별 예측 트래픽 부하(ETL)를 계산(S140)한다. ETL의 계산은 수신된 상태 정보를 이용하여 이루어진다.

[0068]

ETL 계산 방법에 대해서 아래의 수식식과 도 7등을 통해 살펴보면, 먼저 ETL은 중복 제거 기법에 의해서 감소되는 트래픽 양을 고려하는 라우팅 메트릭이다. 무선 메쉬 네트워크에 새로 유입된 패킷은 메쉬 클라이언트(300)에 연결된 최종 라우터까지 다양한 경로로 전송될 수 있다. 각각의 경로를 P 라고 정의하면 메쉬 클라이언트로 라우팅하기 위한 라우팅 경로들은 집합 형태로 표현될 수 있다.

[0069]

예를 들어 도 7에서, 메쉬 라우터(200) R1에서 R5까지의 경로 집합 $PATH_{R1R5} = \{P_1, P_2\}$ 이다. 여기서 P_1 은 R1-R4-R5로 이동하는 경로를 나타내고 P_2 는 R1-R2-R3-R5이다. 또한 n 은 각 경로의 홉(hop) 수를 나타내고, n_1 과 n_2 는 각각 2와 3이다.

[0070]

ETL의 정의를 위해, 경로 P_i 에서 버퍼의 j번째 청크가 저장되어 있는 라우터까지의 홉 수를 σ_{ij} 로 정의한다(단, 경로상에 청크에 대응하는 캐쉬 정보가 존재하지 않는 경우, $\sigma_{ij}=0$). 버퍼는 경로 라우팅 요청을 한 메쉬 라우터(200)에 구성되고, 메쉬 클라이언트(300)로 전송될 청크는 순서대로 복수 개(예를 들어 j=1에서 3

등)가 있을 수 있다.

[0071] j번째 청크는 출발 라우터(예를 들어 경로 라우팅 요청한 메쉬 라우터(200))로부터 σ_{ij} 홉까지 인코딩된 청크(핑거 프린트)의 크기로 이동하고 이후에는 원래의 청크 크기로 메쉬 클라이언트(300)에 연결된 최종 메쉬 라우터(200)로 또는 메쉬 클라이언트(300)로 이동한다.

[0072] 제어부(130)는 복수의 경로 상의 메쉬 라우터(200)로부터 수신된 상태 정보, 구체적으로 캐쉬 정보의 핑거 프린트,와 경로 라우팅 요청에 포함된 j 청크의 핑거 프린트의 비교로 해당 청크를 캐싱하고 있고 특정 경로 상에서 메쉬 클라이언트(300)에 가장 가까운 메쉬 라우터(200), 즉 특정 경로 상에서 청크를 최종 저장하는 메쉬 라우터(200),를 식별할 수 있다. 이를 통해 σ_{ij} 를 구할 수 있고 이후 ETL을 계산할 수 있다.

[0073] 청크의 크기를 c , 인코딩된 청크의 크기를 c_e 라고 하면, j번째 청크가 P_i 경로로 이동할 때 발생하는 트래픽은 수학적 4와 같다.

수학적 4

[0074]
$$\sigma_{ij} c_e + (n_i - \sigma_{ij})c$$

[0075] 또한 무선 매체에서는 패킷 전송 오류가 빈번하게 발생하기에 이로 인한 재전송 트래픽의 양을 함께 고려한다. 재전송 트래픽 양을 고려하기 위해 각 링크의 전송 횟수 기대값인 ETX(수학적 3 참조)를 사용하며, ETX_{il} 을 경로 P_i 의 l번째 링크의 ETX라 정의한다.

[0076] j번째 청크는 σ_{ij} 홉까지 인코딩되어 전송되므로 이 때 발생하는 트래픽 양은 $\sum_{l=1}^{\sigma_{ij}} ETX_{il} \cdot c_e$ 이고, σ_{ij} 홉부터 메쉬 클라이언트(300)에 연결된 최종 메쉬 라우터(200)까지 디코딩되어 이동하는 트래픽의 양은 $\sum_{l=1}^{n_i} ETX_{il} \cdot c$ 이다.

[0077] 앞서 언급한 바와 같이 버퍼에 k(예를 들어 k=3)개의 청크가 도착하면 경로 라우팅 요청이 이루어진다. 이때 경로 P_i 를 이동하면서 발생시키는 트래픽의 크기 ETL은 수학적 5에 의해서 계산된다.

수학적 5

[0078]
$$ETL_i = \sum_{j=1}^k \left\{ \sum_{l=1}^{\sigma_{ij}} ETX_{il} c_e + \sum_{l=\sigma_{ij}}^{n_i} ETX_{il} c \right\}$$

[0079] 이후 제어부(130)는 복수의 경로 각각에 대해 계산된 ETL을 이용하여 복수의 경로 중 하나의 경로를 선정(S150)한다. 예를 들어 제어부(130)는 ETL 값들 중 가장 작은 값을 가지는 경로를 선정한다. 선정된 경로는 플로우 테이블로 구성될 수 있다. 이러한 플로우 테이블에 따라 특정 플로우의 특정 패킷들은 선정된 경로를 통해 동적으로 라우팅되어 메쉬 클라이언트(300)로 전송될 수 있다.

[0080] 제어부(130)는 선정된 경로 상에 존재하는 메쉬 라우터(200)로 소스로부터 전송될 데이터의 라우팅에 이용될 라우팅 정보를 통신부(110)를 경유하여 전송(S160)한다. 라우팅 정보는 플로우 테이블을 포함하거나 플로우 테이블로부터 추출되는 정보일 수 있다. 이후 각각의 메쉬 라우터(200)는 기존의 무선 메쉬 네트워크에서 이용되는 라우팅 기법(예를 들어 Adhoc On-demand Distance Vector, Open Shortest Path First 등)을 사용한다.

[0081] 경로 상의 메쉬 라우터(200)들로 전송되는 라우팅 정보는 모두 동일하거나 서로 상이할 수 있다. 적어도 라우팅 정보는 플로우를 식별할 수 있는 식별자, 하나의 메쉬 라우터(200)에서 수신된 패킷을 전달할 후속하는 메쉬 라

우터(200)의 식별자를 포함한다. 또한 라우팅 정보는 청크를 인코딩할 메쉬 라우터(200)와 디코딩할 메쉬 라우터(200)에 대한 인코딩/디코딩 정보를 더 포함할 수 있다. 만일 핑거 프린트에 대응하는 청크가 선정된 경로 상에 존재하는 경우 인터넷에 연결되어 패킷을 수신하고 경로 라우팅 요청을 한 메쉬 라우터(200)가 인코딩을 수행한다. 또한 해당 청크를 캐쉬에 저장하고 선정된 경로 상의 메쉬 클라이언트(300)에 가장 가까운 메쉬 라우터(200)가 디코딩을 수행한다. 이와 같이 각각의 청크 별 디코딩은 선정된 경로상의 캐쉬 상태에 따라 상이하게 발생할 수 있다.

[0082] 이후 제어부(130)는 상태 정보를 수신(S110)할 수 있고 또한 경로 라우팅 요청을 더 수신할 수 있고 이후 새로운 경로를 선정할 수 있다. 이와 같이 제어부(130)는 경로 라우팅 요청의 수신에 따라 단계 S120 내지 단계 S160을 반복적으로 수행한다. 무선 메쉬 네트워크의 상태 변화에 따라 동일한 플로우에 대하여 전송할 패킷들은 상이한 경로를 통해 전송될 수 있다.

[0083] 도 5를 통해서 알 수 있는 바와 같이, 본 발명에 따라 선정되는 라우팅 경로는 소프트웨어 네트워크 구조를 이용하여 이루어지며, 트래픽 양을 고려하여 제한된 전송 용량을 효율적으로 사용할 수 있도록 한다.

[0084] 본 발명에 따라 계산되는 ETL은 중앙 집중형인 패킷 라우팅 제어 장치(100)에 의해서 이루어진다. 패킷 라우팅 제어 장치(100)가 실시간으로 각 메쉬 라우터(200)의 연결 정보, 오류 확률, 캐쉬 정보 등을 알고 있기에 동적으로 가장 트래픽 양에 최적화되는 라우팅 경로를 선정할 수 있다. 또한 동일한 플로우에 대해서 동일한 경로를 선정하는 것이 아니고 중복 제거 기법과 상태를 고려하여 최선의 경로를 동적으로 선정할 수 있도록 한다. 나아가 패킷 라우팅 제어 장치(100)는 메쉬 라우터(200)의 구조를 간단하게 구성하고 부하를 줄일 수 있도록 한다.

[0085] 도 6은 라우팅 경로를 요청하고 그 응답을 수신하기 위해 메쉬 라우터(200)에서 수행되는 예시적인 동작 흐름을 도시한 도면이다. 도 6은 도 8을 이용하여 이하 설명된다. 메쉬 라우터(200)는 통신 인터페이스와 프로세서와 메모리 등으로 구성된 캐쉬를 포함하고 있다. 도 6의 동작 흐름은 바람직하게는 인터넷에 연결된 메쉬 라우터(200)에 의해서 수행된다.

[0086] 먼저 메쉬 라우터(200)는 단계 S210에서 특정 플로우의 패킷을 인터넷을 통해 수신하면 단계 S220으로 전이하고 그렇지 않으면 계속 패킷의 수신을 기다린다.

[0087] 단계 S220에서 메쉬 라우터(200)는 수신된 패킷이 지연시간에 둔감한 플로우인지를 확인한다. 이러한 확인은 패킷 라우팅 제어 장치(100)와의 연동으로 이루어질 수 있다. 예를 들어 메쉬 라우터(200)는 수신된 패킷의 헤더 정보를 패킷 라우팅 제어 장치(100)로 전송하고 QoS를 확인하는 방법 등으로 지연 시간에 둔감한 플로우인지를 확인할 수 있다.

[0088] 만일 지연 시간에 민감한 플로우(도 8의 플로우 2, 예를 들어 실시간 테이터)인 경우, 단계 S270으로 전이하여 메쉬 라우터(200)는 플로우 또는 패킷을 내부적으로 알고 있는 경로에 따라 전송한다.

[0089] 여기서, 도 6의 단계 S220은 생략될 수 있다. 즉 이하에서 살펴볼 도 6의 단계 S230 내지 단계 S260은 기본적으로 플로우가 지연 시간에 민감한가 둔감한가에 상관없이 모든 플로우에 대해 적용될 수도 있다. 다만 메쉬 라우터(200)의 플로우의 버퍼링에 따른 지연 시간으로 인해 바람직하게는 지연 시간에 민감한 플로우에 대해 이하 단계 S230 내지 단계 S260이 수행된다.

[0090] 만일 패킷의 데이터가 지정된 시간 이상의 지연을 허용하는 플로우(도 8의 플로우 1, 3)의 데이터인 경우에 메쉬 라우터(200)는 단계 S230에서 패킷 헤더로부터 식별되는 플로우 식별자를 이용하여 플로우별로 버퍼(메모리에 구성될 수 있음)에 저장한다. 이런 데이터는 예를 들어 대용량의 콘텐츠, 파일, 이메일 등일 수 있다. 수신된 패킷의 청크는 버퍼에 인덱싱되어 저장되고 패킷의 페이로드로부터 결정되는 청크(청크는 페이로드와 동일하거나 페이로드의 일부분일 수 있음)에 대해서 계산된 핑크 프린트와 함께 저장된다.

[0091] 이후 단계 S240에서 메쉬 라우터(200)는 버퍼 내의 청크의 개수가 k개 이상(또는 초과)인지 또는 패킷이 저장된 시간이 지정된 시간(t)를 경과했는 지를 확인한다. 만일 지정된 개수(k) 이상이거나 또는 지정된 시간을 경과한 경우 단계 S250으로 전이하고 그렇지 않은 경우 단계 S210으로 전이한다.

[0092] 단계 S250에서 메쉬 라우터(200)는 패킷 라우팅 제어 장치(100)로 버퍼된 청크들의 핑거 프린트들을 포함하는 경로 라우팅 요청을 전송한다. 전송되는 핑거 프린트의 개수는 패킷 라우팅 제어 장치(100)의 경로 선정 부하를 고려하여 복수 개일 수 있다.

- [0093] 단계 S260에서, 경로 라우팅 요청에 대한 응답으로서 라우팅 정보를 수신한다. 수신된 라우팅 정보는 플로우 테이블의 수정에 따라 구성되는 정보이고 선정된 경로 상에서 이 메쉬 라우터(200)가 전달할 후속 메쉬 라우터(200)에 대한 식별자를 포함한다.
- [0094] 선정된 경로 상의 다른 메쉬 라우터(200) 또한 라우팅 정보를 수신할 수 있다. 다른 메쉬 라우터(200)가 수신하는 라우팅 정보는 각각의 후속 메쉬 라우터(200)에 대한 식별자와 나아가 플로우에 대한 식별자를 더 포함할 수 있다. 또한 라우팅 정보는 각 청크의 인코딩할 메쉬 라우터(200)와 디코딩할 메쉬 라우터(200)를 지정하는 데이터를 더 포함할 수 있다.
- [0095] 이후 단계 S270에서 메쉬 라우터(200)는 라우팅 정보에 따라 플로우 또는 청크의 패킷(이 패킷은 재구성될 수 있음)을 선정된 경로 상에 후속하는 메쉬 라우터(200)로 전송한다.
- [0096] 도 6의 제어 흐름은 반복적으로 수행될 수 있고, k 값에 따라 반복되거나 지정된 시간 t에 따라 반복된다. 각 반복에서 선정되는 라우팅 경로는 ETL 값에 따라 서로 상이할 수 있다.
- [0097] 도 5와 도 6을 통한 동작 흐름에 대해서 예를 통해서 이하 살펴보도록 한다. 예시적인 동작 흐름은 도 7, 도 9 및 도 10을 통해서 살펴본다.
- [0098] 메쉬 라우터(200)는 도 9와 같은 정보들이 있다. 메쉬 라우터(200) R1은 R2와 R3에 이웃하는 메쉬 라우터(200)이고 R2와 연결된 링크의 오류 확률(전송 실패 확률)은 0.47이고 R3와 연결된 오류 확률은 0.23이다. 캐쉬 정보는 청크와 이 청크에 맵핑되는 핑거 프린트로 구성된다.
- [0099] R1(다른 메쉬 라우터(200) 또한 동일함)은 주기적은 연결 정보를 포함하는 상태 정보를 전송하고 패킷 라우팅 제어 장치(100)는 이 연결 정보를 바탕으로 토폴로지 뷰를 구성한다. ETX는 메쉬 라우터(200)에 의해서 계산되어 연결 정보에 포함되어 전송되거나 패킷 라우팅 제어 장치(100)에 의해서 계산(수학적 3 참조)되어 질 수 있다.
- [0100] R1(다른 메쉬 라우터(200) 또한 동일함)의 캐쉬 정보는 또한 상태 정보로 전송된다. 상태 정보는 연결 정보나 캐쉬 정보 등을 포함할 수 있는 데, 연결 정보나 캐쉬 정보는 동시에 전송되거나 다른 시점에 전송될 수 있다.
- [0101] 결과적으로 패킷 라우팅 제어 장치(100)는 도 10의 연결 정보의 테이블과 캐쉬 정보의 테이블을 상태 정보를 수신하여 구성할 수 있다. 연결 정보 테이블은 적어도 링크에 대한 정보와 ETX 값을 포함하고 캐쉬 정보 테이블은 각 메쉬 라우터(200)에 임의로 저장하고 있는 청크에 대응하는 핑거 프린트들을 저장하고 있다.
- [0102] 도 7을 통해서 예시적인 라우팅 경로 선정과 선정된 경로에 따른 패킷의 이동을 살펴보면, 메쉬 라우터(200) R1은 메쉬 라우터(200) R5로 이동하는 패킷들을 수신한다. 메쉬 라우터(200) R1은 지연 시간에 둔갑한 플로우의 패킷인지를 확인한다. 일정한 시간 지연을 허용하는 둔갑한 패킷인 경우에 패킷을 플로우별 버퍼에 저장한다. k=3일 때 패킷들이 도착하여 청크 {A,B,C}가 버퍼에 저장되고 메쉬 라우터(200) R1은 A,B,C의 핑거 프린트를 패킷 라우팅 제어 장치(100)로 전송한다.
- [0103] 핑거 프린트를 전송 받은 패킷 라우팅 제어 장치(100)는 ETL을 계산한다. R1에서 R5까지의 경로는 $P_1(R1-R4-R5)$ 와 $P_2(R1-R2-R3-R5)$ 두 가지이고 라우터 R2, R3, R5에는 청크 A,B,C가 각각 저장되어 있다. 인코딩된 청크의 크기가 원본 청크의 0.1 배의 크기를 가진다고 가정한다.
- [0104] 수학적 5를 통해 각 경로별 ETL을 계산하면 P_2 의 경우 ETL_2 는 4.89의 값을 가지고 P_1 의 경우 7.14의 값을 갖는다. 따라서 패킷 라우팅 제어 장치(100)는 트래픽 절감 효과가 더 큰 P_2 를 라우팅 경로로 선정하고 선정된 라우팅 경로에 따른 라우팅 정보(플로우 테이블을 포함하거나 플로우 테이블로부터 추출되는 정보)를 선정된 경로의 R1, R2, R3(나아가 R5)로 전송하고 해당 패킷은 경로 P_2 에 따라 이동한다.
- [0105] 이상에서 설명한 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

[0106]

100 : 패킷 라우팅 제어 장치

110 : 통신부

130 : 제어부

200 : 메쉬 라우터

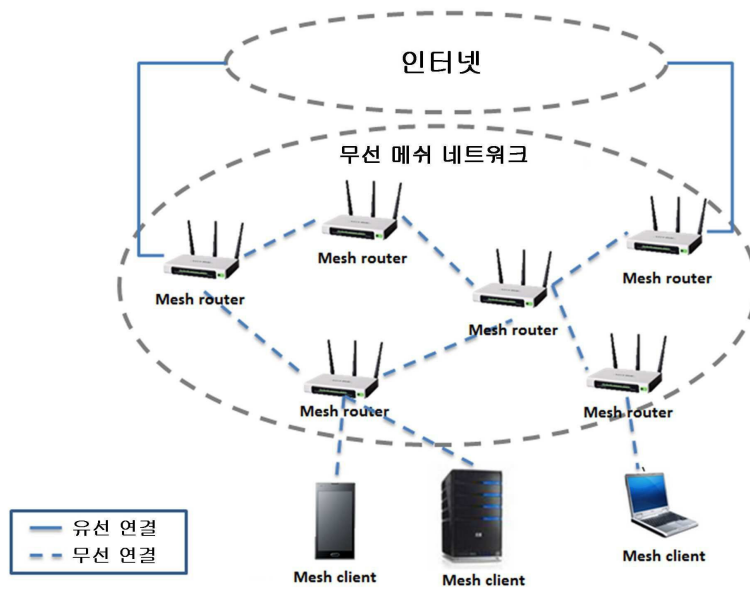
120 : 메모리

140 : 시스템 버스/제어 버스

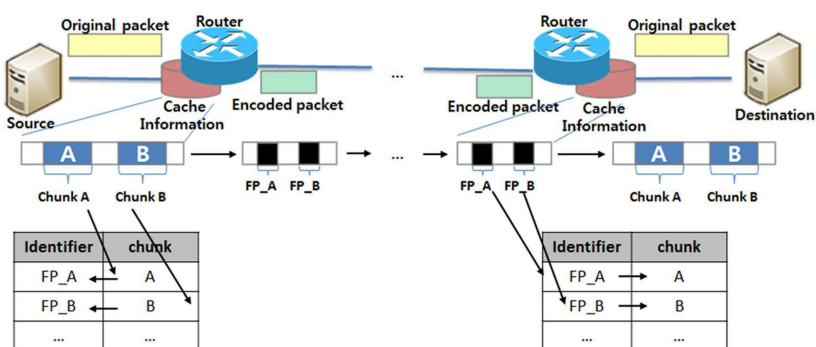
300 : 메쉬 클라이언트

도면

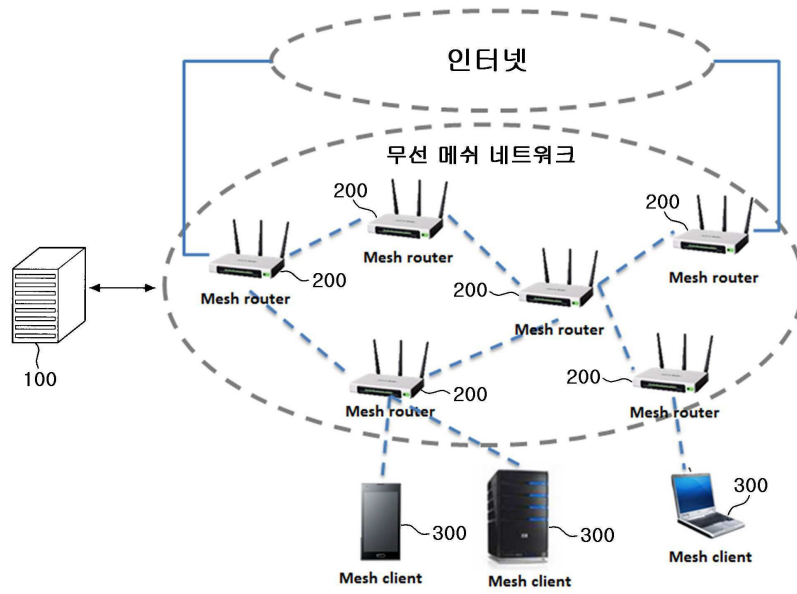
도면1



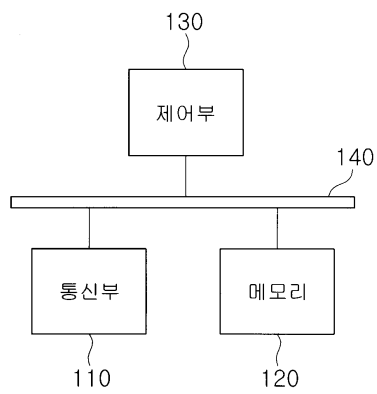
도면2



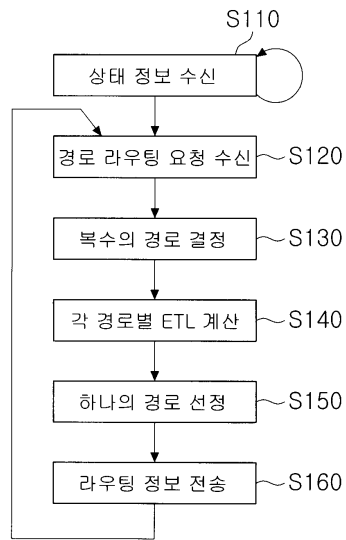
도면3



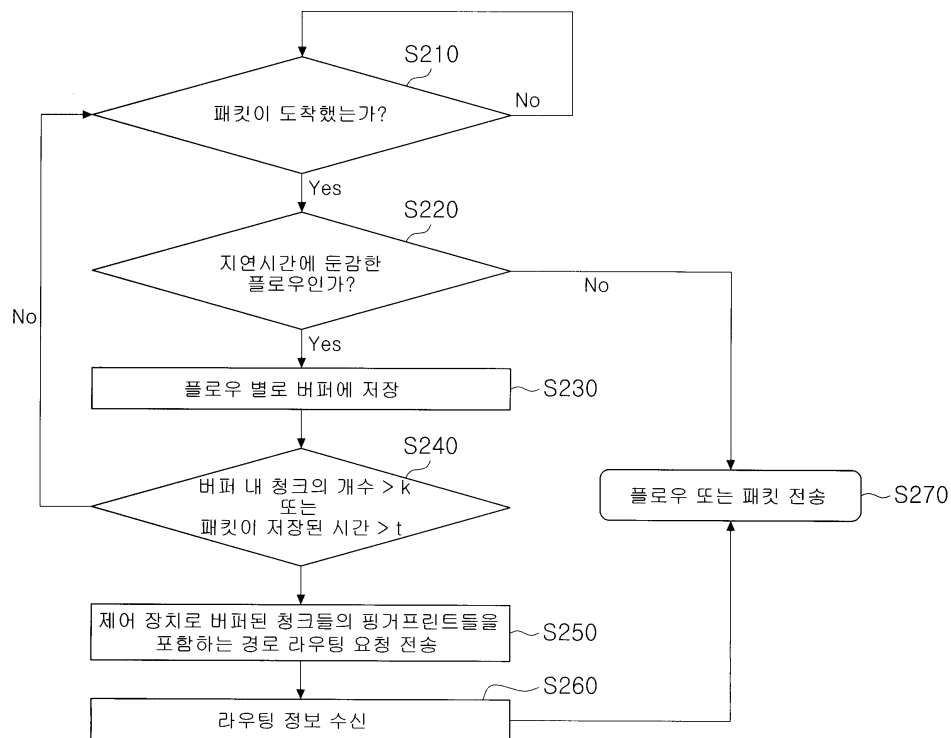
도면4



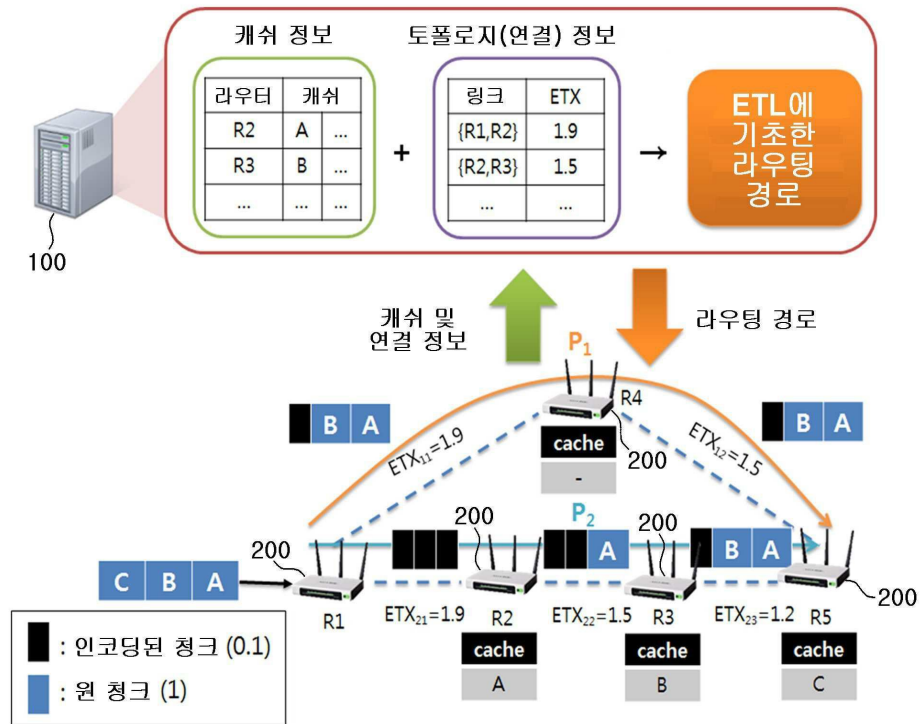
도면5



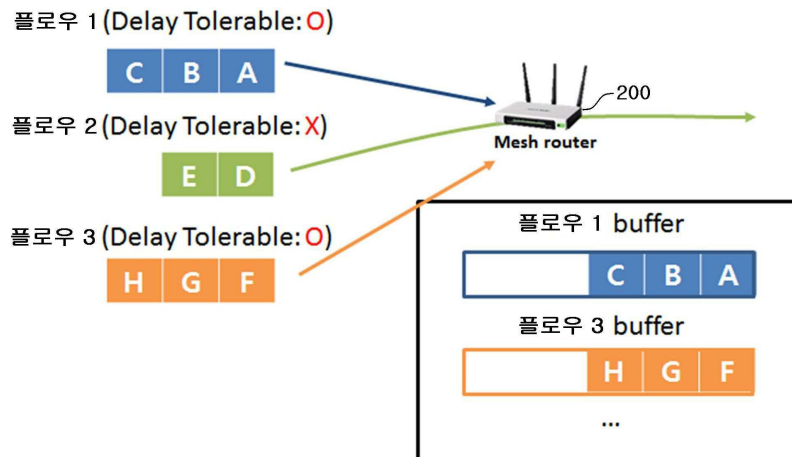
도면6



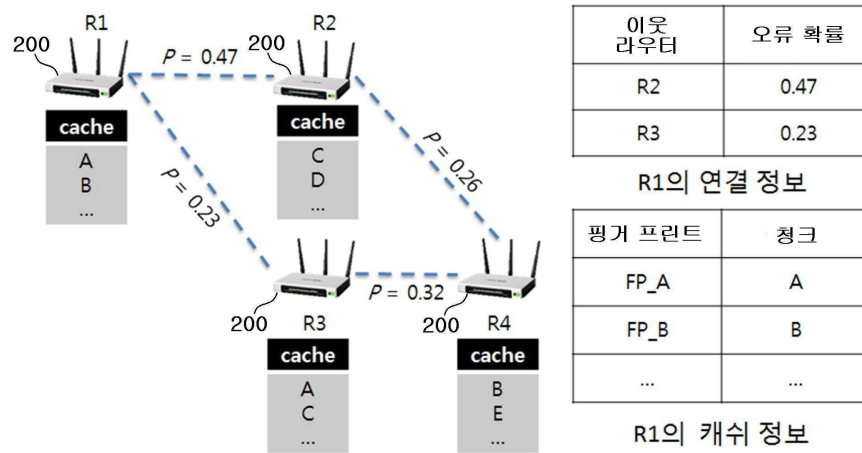
도면7



도면8



도면9



도면10

