



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년12월10일
(11) 등록번호 10-1465438
(24) 등록일자 2014년11월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04L 12/761 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2013-0104147

(22) 출원일자 2013년08월30일

심사청구일자 2013년08월30일

(56) 선행기술조사문헌

‘Joint Hop-by-hop and Receiver-Driven Interest Control Protocol for Content-Centric Networks’, proceeding of SIGCOMM 2012 conference, 2012.06.*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

인호

서울특별시 성북구 인촌로1길 51 2F

한용철

경기 용인시 처인구 명지로 116, 공과대학 2 853 7호 (남동, 명지대학교)

이근형

서울 성북구 안암로 145, 컴퓨터 전파통신공학과 (안암동5가, 고려대학교)

(74) 대리인

특허법인충현

전체 청구항 수 : 총 10 항

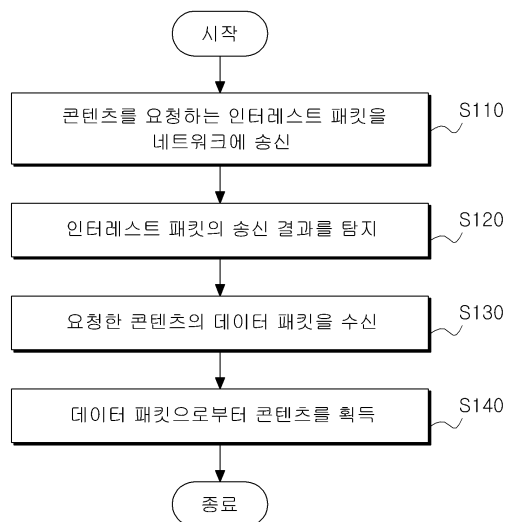
심사관 : 김대성

(54) 발명의 명칭 CCN에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 방법 및 장치

(57) 요약

CCN에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 방법 및 장치에 관한 것으로서, 클라이언트가 콘텐츠를 요청하는 인터레스트 패킷을 네트워크에 송신하고, 인터레스트 패킷 수신지와 전송지연 여부를 검출하여 인터레스트 패킷의 송신 결과를 탐지하며, 송신 결과를 고려하여 요청한 콘텐츠의 데이터 패킷을 수신함으로써, 데이터 패킷으로부터 콘텐츠를 획득한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 WR080951

부처명 서울특별시

연구관리전문기관 서울통상산업진흥원

연구사업명 세계유수연구소유치지원사업[국제공동연구 지원사업]

연구과제명 Bell Labs 서울 유치 / 광대역 컨버전트 네트워크 기반기술 및 응용서비스 연구

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2012.12.01 ~ 2013.11.30

특허청구의 범위

청구항 1

클라이언트가 콘텐츠(content)를 요청하는 인터레스트 패킷(interest packet)을 네트워크에 송신하는 단계;

상기 클라이언트가 상기 인터레스트 패킷 수신지와 의 전송지연 여부를 검출함으로써 상기 인터레스트 패킷의 송신 결과를 탐지하는 단계;

상기 클라이언트가 상기 송신 결과를 고려하여 상기 요청한 콘텐츠의 데이터 패킷을 수신하는 단계; 및

상기 클라이언트가 상기 데이터 패킷으로부터 상기 콘텐츠를 획득하는 단계를 포함하되,

상기 송신결과를 탐지하는 단계는,

상기 클라이언트와 상기 인터레스트 패킷 수신지 간의 데이터 왕복시간(Round-Trip Time)에 대한 지연 범위를 설정하는 단계;

상기 송신된 인터레스트 패킷을 통해 상기 클라이언트와 상기 인터레스트 패킷 수신지 간의 데이터 왕복시간을 검출하는 단계; 및

상기 검출 결과 상기 데이터 왕복시간이 상기 지연 범위를 벗어날 경우 타임아웃(timeout)을 발생시키는 단계를 포함하는 CCN(Content Centric Network)에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 데이터 왕복시간을 검출하는 단계는,

상기 인터레스트 패킷을 네트워크로 송신하는 단계;

상기 송신된 인터레스트 패킷으로부터 데이터 패킷을 수신하는 단계;

상기 송신단계 및 상기 수신단계의 소요시간을 검출하는 단계; 및

상기 검출결과로부터 상기 데이터 왕복시간을 탐지하는 단계를 포함하는 CCN에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 타임아웃을 발생시키는 단계는,

상기 타임아웃이 발생할 경우 상기 인터레스트 패킷을 네트워크에 재전송하는 단계를 더 포함하는 CCN에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 데이터 왕복시간은 상기 클라이언트와 상기 인터레스트 패킷 수신지 간의 거리가 증가함에 따라 비례하여 증가하는 것을 특징으로 하는 CCN에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 인터레스트 패킷 수신지는,

상기 클라이언트가 요청하는 콘텐츠를 콘텐츠 서버로부터 수신하고, 상기 수신된 콘텐츠를 상기 클라이언트에게 송신하며, 상기 송신된 콘텐츠를 저장공간에 저장함으로써, 상기 클라이언트가 상기 콘텐츠를 재요청 할 경우 상기 인터레스트 패킷 수신지가 변동되는 것을 특징으로 하는 CCN에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 인터레스트 패킷을 이용하여 상기 콘텐츠를 요청하며, 상기 콘텐츠에 대한 데이터 패킷을 수신함으로써, 상기 클라이언트와 상기 변동되는 패킷 수신지 간의 데이터 왕복시간을 검출하는 것을 특징으로 하는 CCN에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 방법.

청구항 8

제 1 항, 제 3 항 내지 제 7 항 중에 어느 한 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

청구항 9

클라이언트가 콘텐츠를 요청하는 인터레스트 패킷을 네트워크에 송신하는 송신부;

상기 클라이언트가 상기 인터레스트 패킷 수신지와 전송지연 여부를 검출함으로써 상기 인터레스트 패킷의 송신결과를 탐지하는 처리부;

상기 클라이언트가 상기 송신 결과를 고려하여 상기 요청한 콘텐츠의 데이터 패킷을 수신하는 수신부; 및

상기 클라이언트가 상기 데이터 패킷으로부터 상기 콘텐츠를 획득하는 변환부를 포함하되,

상기 송신부는 상기 처리부를 통해 데이터 왕복시간에 대한 타임아웃이 발생할 경우 상기 인터레스트 패킷을 네트워크에 재송신하며,

상기 처리부는,

상기 클라이언트와 상기 인터레스트 패킷 수신지 간의 데이터 왕복시간에 대한 지연 범위를 설정하며, 상기 송신된 인터레스트 패킷을 통해 상기 클라이언트와 상기 인터레스트 패킷 수신지 간의 데이터 왕복시간을 검출함으로써, 상기 검출 결과 상기 데이터 왕복시간이 상기 지연 범위를 벗어날 경우 타임아웃을 발생시키는 것을 특징으로 하는 CCN에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 장치.

청구항 10

삭제

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 데이터 왕복시간은 상기 클라이언트와 상기 인터레스트 패킷 수신지 간의 거리가 증가함에 따라 비례하여 증가하는 것을 특징으로 하는 CCN에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 장치.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 인터레스트 패킷 수신지는,

상기 클라이언트가 요청하는 콘텐츠를 콘텐츠 서버로부터 수신하고, 상기 수신된 콘텐츠를 상기 클라이언트에게 송신하며, 상기 송신된 콘텐츠를 저장공간에 저장함으로써, 상기 클라이언트가 상기 콘텐츠를 재요청 할 경우 상기 인터레스트 패킷 수신지가 변동되는 것을 특징으로 하는 CCN에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 장치.

명세서

기술분야

- [0001] 본 발명은 CCN에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 기술에 관한 것으로, 특히 전송지연 여부를 검출하여 패킷을 재전송함으로써 패킷 손실을 방지하는 장치, 방법 및 그 방법을 기록한 기록매체에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] 현재 인터넷 데이터 서비스의 규모는 빠르게 증가하고 있다. 1996년 4천 8백만의 인터넷 사용자 수가 2006년 11억으로 증가하였으며, 2010년에는 그 수가 16억에 도달하였다. 또한 데이터 서비스의 양은 2006년 161 Exabytes에서 2010년 988 Exabytes로 4년 동안 6배 증가함을 볼 수 있다.
- [0003] 현재 인터넷 데이터 서비스는 웹페이지(예로, 구글, 네이버)와 같이 수백만의 사용자가 동일한 서비스를 요구하는 데이터라는 특징을 가진다. 이에 비해, 현재의 인터넷 전송 방법은 데이터가 무엇이든 상관없이 송수신 호스트의 IP 주소를 이용하여 서비스를 제공함으로써 동일한 데이터들이 네트워크상에 사용자 수만큼 반복 전송되는 방식으로 동작하고 있는 비효율성이 있다. 이러한 데이터 반복 전송의 비효율성을 피할 수 있도록, 콘텐츠 중심 기술은 데이터 배포 개념을 도입하여 사용할 것을 제안한다. 즉, 제안하는 방식은, 현재 인터넷의 IP 주소를 사용하지 않고 대신, 데이터 이름을 사용하여 네트워크에서 데이터 전달을 수행한다. 또한, 데이터 전송 채널과 데이터 저장소를 보안하는 종래의 방식에서 벗어나, 데이터 자체를 보안하는 새로운 방식을 제안한다.
- [0004] 콘텐츠 중심의 서비스 구조를 현재인터넷에 비교하면 다음과 같은 특성을 가지고 있다. 먼저, 현재 인터넷은 데이터에 대한 송신자와 수신자가 존재하고, 송신자가 혼잡 제어, 흐름 제어 등의 네트워크 제어를 수행하고, 일대일 대화 인증을 통해서 데이터를 전송하는 채널과 데이터 컨테이너에 대해 보안을 수행하고, 송수신자의 호스트 이름을 네트워크 계층의 헤더에 IP로 포함하여 네트워크 라우터는 수신자 호스트로 데이터 콘텐츠가 무엇인지 모르고 라우팅을 수행하는 구조를 가진다.
- [0005] 반면, 콘텐츠 중심 기술을 지원하는 네트워크는 송수신자 대신 데이터를 생성한 콘텐츠 생성자와 데이터를 수신하여 소비하는 콘텐츠 소비자의 개념을 도입하여 네트워크는 IP주소 대신 콘텐츠 이름을 사용하여 라우팅을 수행하여, 라우터는 필요한 경우 특정 데이터를 저장하고, 데이터를 요구하는 인근의 새로운 소비자들에게 데이터를 배포하는 방식을 사용한다.
- [0006] 이하에서 인용되는 비특허문헌은 콘텐츠 중심 기술인 CCN(Content Centric Networking)을 소개하고 있다. Van jacobson 에 의해 제안된 CCN은 IP 주소와 같은 특정 주소로 종단간 연결성을 요청하는 대신, 콘텐츠 자체를 효율적으로 요청하고 배포할 수 있도록 제안되었다. IP 주소와 같은 서버의 인터페이스 주소로 종단간 연결을 요구하지 않고, 콘텐츠 이름을 사용하여 요청 및 배포가 이뤄진다. 즉 기존의 인터넷은 IP 주소를 이용하여 어느 곳에서 가져와야 하는지 초점을 두었다면, CCN은 콘텐츠 이름을 사용하여 무엇을 요청하고 배포할지 중점을 두고 있다. 하지만, CCN은 패킷 전송과정에서 전송지연이 발생할 경우 패킷 손실이 발생하며, 현재까지 패킷 손실을 복구할 수 있는 기술적 수단이 없는 상태이다.
- [0007] 이와 같은 관점에서, CCN에서 콘텐츠를 수신하기 위해서는 패킷 전송과정에서 전송지연이 발생할 경우 패킷 손실을 방지할 수 있는 기술적 수단이 필요하다는 사실을 알 수 있다.

선행기술문헌

비특허문헌

- [0008] (비특허문헌 0001) 콘텐츠 중심 네트워크에서의 이동성 연구 동향, 김유성, 성균관대학교, 한국과학기술원, 2012.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 첫 번째 과제는 CCN에서 전송지연으로부터 패킷 손실을 방지할 수 있는 방법을 제공하는 것이다.
- [0010] 본 발명이 해결하고자 하는 두 번째 과제는 CCN에서 전송지연으로부터 패킷 손실을 방지할 수 있는 장치를 제공

하는 것이다.

[0011] 또한, 상기된 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 제공 하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 첫 번째 과제를 달성하기 위하여, 클라이언트가 콘텐츠(content)를 요청하는 인터레스트 패킷(interest packet)을 네트워크에 송신하는 단계; 상기 클라이언트가 상기 인터레스트 패킷 수신지와 전송지연 여부를 검출함으로써 상기 인터레스트 패킷의 송신 결과를 탐지하는 단계; 상기 클라이언트가 상기 송신 결과를 고려하여 상기 요청한 콘텐츠의 데이터 패킷을 수신하는 단계; 및 상기 클라이언트가 상기 데이터 패킷으로부터 상기 콘텐츠를 획득하는 단계를 포함하는 CCN(Content Centric Network)에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 방법을 제공한다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 송신결과를 탐지하는 단계는, 상기 클라이언트와 상기 인터레스트 패킷 수신지 간의 데이터 왕복시간(Round-Trip Time)에 대한 지연 범위를 설정하는 단계; 상기 송신된 인터레스트 패킷을 통해 상기 클라이언트와 상기 인터레스트 패킷 수신지 간의 데이터 왕복시간을 검출하는 단계; 및 상기 검출 결과 상기 데이터 왕복시간이 상기 지연 범위를 벗어날 경우 타임아웃(timeout)을 발생시키는 단계를 포함하는 CCN에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 방법일 수 있다.

[0014] 또한, 상기 데이터 왕복시간을 검출하는 단계는, 상기 인터레스트 패킷을 네트워크로 송신하는 단계; 상기 송신된 인터레스트 패킷으로부터 데이터 패킷을 수신하는 단계; 상기 송신단계 및 상기 수신단계의 소요시간을 검출하는 단계; 및 상기 검출결과로부터 상기 데이터 왕복시간을 탐지하는 단계를 포함하는 CCN에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 방법일 수 있다.

[0015] 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 상기 타임아웃을 발생시키는 단계는, 상기 타임아웃이 발생할 경우 상기 인터레스트 패킷을 네트워크에 재전송하는 단계를 더 포함하는 CCN에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 방법일 수 있다.

[0016] 본 발명의 또 다른 실시예에 의하면, 상기 데이터 왕복시간은 상기 클라이언트와 상기 인터레스트 패킷 수신지 간의 거리가 증가함에 따라 비례하여 증가하는 것을 특징으로 하는 CCN에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 방법일 수 있다.

[0017] 본 발명의 또 다른 실시예에 의하면, 상기 인터레스트 패킷 수신지는, 상기 클라이언트가 요청하는 콘텐츠를 콘텐츠 서버로부터 수신하고, 상기 수신된 콘텐츠를 상기 클라이언트에게 송신하며, 상기 송신된 콘텐츠를 저장공간에 저장함으로써, 상기 클라이언트가 상기 콘텐츠를 재요청할 경우 상기 인터레스트 패킷 수신지가 변동되는 것을 특징으로 하는 CCN에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 방법일 수 있다.

[0018] 본 발명의 또 다른 실시예에 의하면, 상기 인터레스트 패킷을 이용하여 상기 콘텐츠를 요청하며, 상기 콘텐츠에 대한 데이터 패킷을 수신함으로써, 상기 클라이언트와 상기 변동되는 패킷 수신지 간의 데이터 왕복시간을 검출하는 것을 특징으로 하는 CCN에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 방법일 수 있다.

[0019] 본 발명의 두 번째 과제를 달성하기 위하여, 클라이언트가 콘텐츠를 요청하는 인터레스트 패킷을 네트워크에 송신하는 송신부; 상기 클라이언트가 상기 인터레스트 패킷 수신지와 전송지연 여부를 검출함으로써 상기 인터레스트 패킷의 송신결과를 탐지하는 처리부; 상기 클라이언트가 상기 송신 결과를 고려하여 상기 요청한 콘텐츠의 데이터 패킷을 수신부; 및 상기 클라이언트가 상기 데이터 패킷으로부터 상기 콘텐츠를 획득하는 변환부를 포함하되, 상기 송신부는 상기 처리부를 통해 데이터 왕복시간에 대한 타임아웃이 발생할 경우 상기 인터레스트 패킷을 네트워크에 재송신하는 것을 특징으로 하는 CCN에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 장치일 수 있다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 처리부는, 상기 클라이언트와 상기 인터레스트 패킷 수신지 간의 데이터 왕복시간에 대한 지연 범위를 설정하며, 상기 송신된 인터레스트 패킷을 통해 상기 클라이언트와 상기 인터레스트 패킷 수신지 간의 데이터 왕복시간을 검출함으로써, 상기 검출 결과 상기 데이터 왕복시간이 상기 지연 범위를 벗어날 경우 타임아웃을 발생시키는 것을 특징으로 하는 CCN에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 장치일 수 있다.

[0021] 또한, 상기 데이터 왕복시간은 상기 클라이언트와 상기 인터레스트 패킷 수신지 간의 거리가 증가함에 따라 비례하여 증가하는 것을 특징으로 하는 CCN에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 장치일 수 있다.

[0022] 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 상기 인터레스트 패킷 수신지는, 상기 클라이언트가 요청하는 콘텐츠를 콘텐츠 서버로부터 수신하고, 상기 수신된 콘텐츠를 상기 클라이언트에게 송신하며, 상기 송신된 콘텐츠를 저장공간에 저장함으로써, 상기 클라이언트가 상기 콘텐츠를 재요청 할 경우 상기 인터레스트 패킷 수신지가 변동되는 것을 특징으로 하는 CCN에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 장치일 수 있다.

[0023] 상기 다른 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 상기된 CCN에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 제공한다.

발명의 효과

[0024] 본 발명에 따르면, 인터레스트 패킷을 이용하여 전송 지연 여부를 검출하고, 상기 검출 결과를 고려하여 패킷을 재전송함으로써, 패킷 손실을 방지할 수 있다. 또한, 본 발명에 따르면, 인터레스트 패킷을 이용하여 콘텐츠를 요청하고, 상기 콘텐츠에 대한 데이터 패킷을 수신하며, 상기 클라이언트와 변동되는 패킷 수신지 간의 데이터 왕복시간을 검출함으로써, 타임아웃 발생에 따른 패킷 재전송을 통하여 패킷 손실을 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 CCN에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 방법을 도시한 흐름도이다.
 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 인터레스트 패킷의 송신 결과를 탐지하는 방법을 도시한 흐름도이다.
 도 3는 본 발명의 다른 실시예에 따른 CCN에서 데이터 왕복시간을 탐지하는 방법을 도시한 흐름도이다.
 도 4은 본 발명의 다른 실시예에 따른 인터레스트 패킷의 탐지과정을 상세하게 도시한 흐름도이다.
 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 CCN에서 클라이언트로부터 콘텐츠 서버까지의 패킷 흐름을 도시한 도면이다.
 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 CCN에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 장치를 도시한 블록도이다.
 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 CCN에서 클라이언트가 패킷을 재전송함으로써 패킷 손실을 방지하는 과정을 도시한 도면이다.
 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 종래의 CCN 클라이언트와 본 발명이 제안하는 개선된 CCN 클라이언트의 패킷 손실에 대한 복구율을 비교하여 도시한 도면이다.
 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 종래의 CCN 클라이언트와 본 발명이 제안하는 CCN 개선된 클라이언트의 평균 PSNR을 비교하여 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 본 발명의 실시예들을 설명하기에 앞서, 콘텐츠 중심 네트워크(이하 CCN)에서 발생하는 문제점들을 검토한 후, 이들 문제점을 해결하기 위해 본 발명의 실시예들이 채택하고 있는 기술적 수단을 개괄적으로 소개하도록 한다.

[0027] CCN(Content Centric Networks)은 Jacobson et al. 에 의해 제안된 미래 네트워크 중 하나로 데이터 공유 및 분배에 효율적인 통신을 한다. CCN은 콘텐츠 이름을 사용하여 요청 및 배포가 이루어지는 named-data scheme 이고, in-network caching으로 인해 항상 콘텐츠 제공자까지 인터레스트 패킷(Interest packet)을 전달할 필요 없이 해당 콘텐츠 복사본이 저장된 CCN 노드를 만난다면 즉시 상기 콘텐츠를 받아올 수 있으며, 동일한 콘텐츠에 대한 인터레스트 패킷을 수신하면 중복으로 송신하지 않는 멀티캐스트(intrinsic support of multicast)의 특징을 포함함으로써, 비디오 스트리밍 성능 향상에 효과적이다.

[0028] CCN기술은 IP 주소 대신 인터레스트 패킷의 경로를 관리하여 라우팅을 수행하며 CS(Content Store), PIT(Pending Interest Table), FIB(Forwarding Information Base)로 포워딩 엔진(forwarding engine)을 구성한다.

[0029] 상기 CS는 라우터(router)의 버퍼 메모리(buffer memory)와 같이, 데이터 콘텐츠와 콘텐츠 리스트를 저장하고 있으며, 효율적인 배포를 위해 LRU(Least Recently Used) 또는 LFU(least frequently used) 등을 교환 정책으로 운영한다.

[0030] 상기 PIT는 수신된 인터레스트 패킷에 대한 응답으로부터 콘텐츠를 전송할 수 있는 노드에게 인터레스트 패킷을 전달하고, 상기 인터레스트 패킷이 입력되고 출력되는 인터페이스를 기록 관리한다. 즉, 인터레스트 패킷의 경

로에 브레드 크럼(bread crumb)을 남겨두고, 상기 인터레스트 패킷에 응답하는 데이터 패킷(data packet)은 상기 브레드 크럼의 경로가 생성된 반대 방향으로 상기 브레드 크럼을 소비하면서 콘텐츠 요청자에게 데이터를 전달한다.

- [0031] 상기 FIB는 인터레스트 패킷을 포워딩하는데 사용한다. 상기 FIB는 콘텐츠 생성자가 근처 CCN 코어에 등록 동작(register operation)을 수행하여 FIB 항목이 생성된다. 광고 에이전트(announcement agents)는 정책에 따라 상기 FIB 항목을 광고하는 범위를 정한다. 즉, 보안과 대역폭 효율 등을 고려하여 정책을 결정하고, 정책 프로토콜은 결정된 정책에 따라 상기 FIB의 리스트를 생성과 삭제를 수행한다.
- [0032] 여기서, 상기 인터레스트 패킷과 상기 데이터 패킷이 CCN 노드에 도착하면 상기 CS, 상기 PIT, 상기 FIB 순으로 수행된다. 상기 CS에 포함된 콘텐츠 이름과 상기 인터레스트 패킷에 포함된 콘텐츠 이름이 서로 일치할 경우, 상기 콘텐츠의 데이터 패킷이 상기 인터레스트 패킷이 입력된 인터페이스로 전달되고 상기 인터레스트 패킷은 삭제된다. 또한, 상기 인터레스트 패킷에 포함된 콘텐츠의 이름이 상기 PIT에서 검색될 경우, 상기 PIT 항목에 상기 인터레스트 패킷이 입력된 인터페이스가 추가되며, 상기 인터페이스가 추가되는 것은 인터레스트 패킷이 네트워크로 요청되었고 데이터를 기다리는 동안 새로운 콘텐츠 요청자가 등장하여 콘텐츠를 요청한 것으로 해석할 수 있다. 여기서, 인터레스트 패킷의 랜덤 임시 변수로 새로운 콘텐츠 요청자인지를 확인할 수 있다.
- [0033] 또한, 상기 인터레스트 패킷에 포함된 콘텐츠 이름이 상기 FIB에서 검색될 경우, 상기 인터레스트 패킷을 네트워크로 포워딩하고, 상기 인터레스트 패킷의 정보를 상기 FIB 항목에서 삭제한 뒤 상기 PIT 항목에 추가한다. 반면, 인터레스트 패킷에 포함된 콘텐츠의 이름이 상기 FIB에서도 검색되지 않을 경우, 해당 데이터는 처리되지 못하는 서비스임으로 상기 인터레스트 패킷은 삭제된다.
- [0034] 이제, 인터레스트 패킷의 요청으로부터 데이터 패킷이 상기 CCN 노드에 수신되면, 상기 CS, 상기 PIT, 상기 FIB 순으로 수행된다. 상기 데이터 패킷에 포함된 콘텐츠 이름이 상기 CS의 포함된 콘텐츠 이름과 일치할 경우, 수신된 상기 데이터 패킷과 상기 CS에 존재하는 데이터와 같으므로 삭제한다. 또한, 상기 데이터 패킷에 포함된 콘텐츠 이름이 상기 FIB에서 검색될 경우, 상기 데이터 패킷에 포함된 콘텐츠 이름이 상기 PIT에서 검색되지 않았다는 것이고, 상기 수신된 데이터는 요구되지 않은 데이터이므로 삭제한다. 또한, 상기 데이터 패킷에 포함된 콘텐츠 이름이 상기 PIT에서 검색될 경우, 상기 인터레스트 패킷이 요청한 데이터가 도착한 것이고, 상기 CS에 상기 데이터 패킷을 저장하며, 콘텐츠 요청자에게 상기 인터레스트 패킷이 수신된 인터페이스로 상기 데이터 패킷을 전송한다.
- [0035] 이와 같이, 상기 CCN은 인터레스트 패킷을 이용하여 콘텐츠를 요청하고 상기 콘텐츠에 대한 데이터 패킷을 수신한다. 그러나, in-network caching으로 인해 항상 콘텐츠 제공자까지 인터레스트 패킷을 전달할 필요 없이 해당 콘텐츠 복사본이 저장된 CCN 노드를 만난다면 즉시 상기 콘텐츠를 받아올 수 있는 상기 CCN의 특성 때문에 전송 지연이 다양하게 발생할 수 있다. 상기 전송 지연에 따른 패킷 손실은 패킷 재전송을 통하여 극복할 수 있으나, CCN에서는 상기 in-network caching으로 인하여 인터레스트 패킷 수신지가 변동됨으로써, 상기 패킷 재전송을 위하여 탐지되어야 하는 데이터 왕복시간(Round-Trip Time)을 탐지할 수 있는 기술적 수단이 현재까지는 없는 상태이다. 또한, CCN에서 패킷 손실은 네트워크 혼잡뿐만 아니라 무선채널에러에 의해서도 발생한다.
- [0036] 따라서, 본 발명은 CCN에서 데이터 왕복시간을 탐지하여 패킷을 재전송함으로써 패킷 손실을 방지할 수 있는 기술적 수단을 제안하고자 한다.
- [0037] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 구체적으로 설명하도록 한다. 다만, 하기의 설명 및 첨부된 도면에서 본 발명의 요지를 흐릴 수 있는 공지 기능 또는 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 또한, 도면 전체에 걸쳐 동일한 구성 요소들은 가능한 한 동일한 도면 부호로 나타내고 있음에 유의하여야 한다.
- [0038] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 CCN에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 방법을 도시한 흐름도로서, 적어도 하나의 프로세서(processor)를 포함한 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 수신 장치에 의해 수행될 수 있다.
- [0039] S110 단계에서, 클라이언트가 콘텐츠를 요청하는 인터레스트 패킷을 네트워크에 송신한다.
- [0040] 보다 구체적으로, CCN에서는 클라이언트가 요청하고자 하는 콘텐츠 이름을 인터레스트 패킷에 포함시켜 네트워크로 송신한다. 여기서, 상기 인터레스트 패킷은 상기 클라이언트의 콘텐츠 데이터 요청 패킷이며, 콘텐츠 이름(content name), 선택자(selector), 랜덤 임시 변수(nonce)로 구성된다. 상기 선택자는 공개 키 다이제스트(public key digest)를 포함하고, 상기 공개 키 다이제스트는 요청한 패킷에 대한 응답 데이터가 제대로 수신되었는지 확인하는 용도로 사용된다. 또한, 상기 선택자는 상기 인터레스트 패킷의 콘텐츠 네임에 기술되지 않은 이름 항목을 자세히 기술하는 항목이다. 즉, 상기 인터레스트 패킷이 데이터 패킷의 여러 CS에 일치하는 경우,

선호되는 CS에 대한 정보를 제공하는 항목, 보안 등의 관리 목적으로 제공되는 정보 항목이다. 상기 랜덤 임시 변수는 램덤하게 생성된 바이트 스트링(byte string)으로서 상기 인터레스트 패킷이 네트워크로 송신됨에 따라 서로 다른 경로를 통해 루프를 형성할 수 있으므로, 상기 인터레스트 패킷을 식별하여 루프 형성을 방지하는데 사용한다.

- [0041] S120 단계에서, S110 단계에서 송신된 인터레스트 패킷의 송신 결과를 탐지한다.
- [0042] 보다 구체적으로, 상기 클라이언트가 상기 인터레스트 패킷 수신지와의 전송지연 여부를 검출함으로써 상기 인터레스트 패킷의 송신 결과를 탐지한다. 여기서, 상기 인터레스트 패킷 수신지인 CCN 노드는 FIB(Forwarding Information Base), PIT(Pending Interest Table), CS(Content Store)로 구성된다. 콘텐츠 서버는 서비스하고자 하는 콘텐츠 이름을 자신이 연결된 네트워크에 공지함으로써 해당 정보가 전체 네트워크로 알려진다. 네트워크의 상기 CCN 노드는 공지 받은 정보를 상기 FIB 테이블에 추가하고, 상기 CCN 노드가 상기 인터레스트 패킷을 받으면 상기 CS와 상기 PIT에서 먼저 콘텐츠 이름으로 검색해 보고 없다면, 상기 FIB에 있는 정보에 따라 콘텐츠 제공자가 있는 방향으로 전달한다.
- [0043] 이제, 상기 FIB에 따라 인터레스트 패킷을 전송 후에는 상기 인터레스트 패킷 정보를 상기 PIT에 일정 시간 저장해 둔다. 이후, 동일 콘텐츠 이름의 인터레스트 패킷이 수신될 경우, 중복으로 내보내지 않고 상기 인터레스트 패킷이 수신된 인터페이스 정보만 남겨둔다. 따라서, 상기 인터레스트 패킷 요청에 따른 데이터 패킷이 도착하면 콘텐츠 이름으로 상기 PIT에서 검색하여 상기 인터레스트 패킷이 들어왔던 모든 인터페이스로 상기 데이터 패킷을 전달한 후, 상기 인터레스트 패킷 정보는 상기 PIT에서 제거한다. 이와 같이, 상기 PIT에 상기 인터레스트 패킷을 잠시 동안 남겨두어 상기 인터레스트 패킷이 수신된 역방향 경로를 따라 상기 데이터 패킷을 전달할 수 있다. 또한, 동일 콘텐츠 이름에 대한 인터레스트 패킷은 네트워크로 한번 씩만 전송함으로써, 상기 콘텐츠 서버로 향하는 상기 인터레스트 패킷 수를 줄이고, 상기 데이터 패킷이 CCN 노드로 도착하면 클라이언트로부터 콘텐츠를 요청 받았던 모든 인터페이스로 복사 전달 해준다. 상기 복사 전달하는 과정은 IP 멀티캐스트와 같이 다수의 클라이언트에게 효율적인 데이터 전송이 가능하다.
- [0044] 또한, 상기 CCN 노드는 상기 인터레스트 패킷의 요청으로부터 수신된 데이터 패킷을 받으면 상기 CCN 노드의 PIT에 남겨진 정보에 따라 상기 데이터 패킷을 전달하고, 상기 데이터 패킷은 삭제되지 않고 상기 CS에 저장한다. 따라서, In-Network Caching 개념으로 이후 동일한 콘텐츠 이름에 대해 인터레스트 패킷이 수신될 경우, 상기 CS에서 먼저 검색하여 즉시 응답해줄 수 있다.
- [0045] 이와 같이, 상기 In-Network Caching은 콘텐츠 접근성을 높이고, 멀티캐스팅 효과로 다수 클라이언트에게 효율적인 데이터 전송이 가능하나, 상기 In-Network Caching은 일시적 서버 위치를 변경시키거나 데이터 왕복시간의 변동에 영향을 줄 수 있다. 따라서, CCN에서 클라이언트가 상기 인터레스트 패킷 수신지와 전송지연 여부를 검출할 수 있는 수단이 필요하며, 상기 인터레스트 패킷의 송신 결과를 탐지하는 것은 이하에서 도 2를 통해 설명하고자 한다.
- [0046] 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 인터레스트 패킷의 송신 결과를 탐지하는 방법을 도시한 흐름도이다.
- [0047] S210 단계에서, 클라이언트와 상기 인터레스트 패킷 수신지 간의 데이터 왕복시간(Round-Trip Time)에 대한 지연 범위를 설정한다. 여기서, 상기 클라이언트는 콘텐츠 요청에 대한 인터레스트 패킷을 네트워크로 송신하고, 상기 인터레스트 패킷 수신지는 CCN 노드이며, 상기 CCN 노드는 콘텐츠 서버로부터 콘텐츠를 수신받으며, 상기 수신된 콘텐츠의 데이터 패킷을 상기 클라이언트에서 송신할 수 있다. 따라서, 상기 클라이언트와 상기 CCN노드 간의 인터레스트 패킷과 데이터 패킷의 송수신의 소요 시간이 상기 데이터 왕복시간이며, 상기 지연 범위를 설정하여 상기 지연 범위를 상기 데이터 왕복시간이 벗어날 경우 타임아웃이 발생할 수 있다.
- [0048] S220 단계에서, 송신된 상기 인터레스트 패킷을 통해 상기 클라이언트와 상기 인터레스트 패킷 수신지 간의 데이터 왕복시간을 검출한다. 여기서, 상기 인터레스트 패킷을 통해 상기 데이터 왕복시간을 탐지하는 방법은 이하에서 도 3을 통해 세부적으로 설명하고자 한다.
- [0049] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 CCN에서 데이터 왕복시간을 탐지하는 방법을 도시한 흐름도이다.
- [0050] S310 단계에서, 클라이언트가 콘텐츠를 요청하는 인터레스트 패킷을 네트워크로 송신한다.
- [0051] S320 단계에서, S310 단계에서 송신된 인터레스트 패킷의 요청으로부터 데이터 패킷을 수신한다.
- [0052] 보다 구체적으로, 클라이언트가 송신한 콘텐츠를 요청하는 인터레스트 패킷은 CCN노드가 수신하고, 상기 CCN 노드는 포워딩 엔진을 통하여 클라이언트가 요청하는 콘텐츠의 데이터 패킷을 즉시 회신하거나 네트워크상의 콘텐츠

서버로부터 수신하여 회신할 수 있으므로, 상기 클라이언트는 CCN 노드로부터 상기 데이터 패킷을 수신할 수 있다.

- [0053] S330 단계에서, S310 단계의 소요시간과 S320 단계의 소요시간을 검출한다.
- [0054] 보다 구체적으로, 인터레스트 패킷이 클라이언트에서 CCN 노드까지 도달하는데 걸리는 시간을 측정하며, 데이터 패킷이 상기 CCN 노드에서 상기 클라이언트까지 도달하는데 걸리는 시간을 측정할 수 있다.
- [0055] S340 단계에서, S330 단계에서 측정한 상기 인터레스트 패킷 도달 시간과 상기 데이터 패킷의 도달 시간을 측정 한 결과 값으로부터 데이터 왕복시간을 탐지할 수 있다.
- [0056] 즉, CCN의 In-network caching으로 발생하는 데이터 변동을 탐지하기 위해 프로브 패킷(probe packet)으로서 상기 인터레스트 패킷을 사용할 수 있다. 여기서, 인터레스트 패킷의 인터레스트라이프타임(InterestLifeTime) 으로부터 데이터 왕복시간에 대한 지연범위를 벗어날 경우 발생하는 타임아웃을 발생시킬 수 있으며, 네트워크 상에 존재하는 모든 CCN 노드들은 상기 In-network caching으로 요청된 데이터를 포함하고 있을 경우, 상기 네트워크상에 존재하는 모든 CCN 노드들은 상기 인터레스트 패킷에 응답할 수 있음으로써, 클라이언트와 인터레스트 패킷 수신지 간의 데이터 왕복시간을 탐지할 수 있다.
- [0057] 이제 다시 도 2로 돌아가 S220 단계 이후를 설명하도록 한다.
- [0058] S230 단계에서, S220 단계에서 검출한 클라이언트와 인터레스트 패킷 수신지간의 데이터 왕복시간이 S210 단계에서 설정한 데이터 왕복시간에 대한 지연 범위에 포함되는지 확인할 수 있다. 여기서, S220 단계에서 검출한 상기 데이터 왕복시간이 S210 단계에서 설정한 데이터 왕복시간에 대한 지연 범위를 벗어날 경우 S240 단계로 진행할 수 있다.
- [0059] S240 단계에서, S220 단계에서 검출한 상기 데이터 왕복시간이 S210 단계에서 설정한 데이터 왕복시간에 대한 지연 범위를 벗어날 경우 타임아웃(timeout)이 발생할 수 있다.
- [0060] S250 단계에서, S240 단계에서 타임아웃이 발생함으로써 콘텐츠를 요청하는 인터레스트 패킷을 네트워크로 재전송할 수 있다. 즉, CCN에서 전송 지연이 발생할 경우, 인터레스트 패킷으로부터 데이터 왕복시간을 탐지하고, 데이터 왕복시간에 대한 지연범위를 벗어날 경우 타임아웃을 발생시켜 인터레스트 패킷을 재전송함으로써, CCN에서 패킷 손실을 방지할 수 있다.
- [0061] 이제 다시 도 1로 돌아가 S120 단계 이후를 설명하도록 한다.
- [0062] S130 단계에서, 클라이언트가 S120 단계의 송신 결과를 고려하여 요청한 콘텐츠의 데이터 패킷을 수신한다.
- [0063] 보다 구체적으로, 상기 클라이언트는 인터레스트 패킷과 인터레스트 패킷 수신지간의 데이터 왕복시간을 탐지하고, 상기 탐지 결과와 상기 데이터 왕복시간의 지연범위를 벗어날 경우 인터레스트 패킷을 재전송하고, 상기 데이터 왕복시간의 지연범위를 벗어나지 않은 경우 상기 클라이언트가 요청한 콘텐츠의 데이터 패킷을 수신할 수 있다.
- [0064] 여기서, 상기 데이터 패킷은 상기 클라이언트로부터 요청된 콘텐츠의 데이터를 포함하고 있는 임의의 노드가 요구된 데이터를 응답으로 전송하는 패킷이고, 상기 데이터 패킷은 콘텐츠 이름, 서명(signature), 사인 정보(signed info), 데이터로 구성된다. 상기 사인 정보는 공개 키의 다이제스트, 타임 스탬프, 데이터 존재 여부와 암호화 여부 등의 데이터 타입, 데이터의 버전에 따라 의미가 있는 데이터 유효 기간, 데이터가 여러 개의 세그먼트로 구성된 경우 최종 블록 식별자의 정보, 및 키 위치로 구성된다. 상기 키 위치는 데이터의 암호화 키가 어디에 있는가를 알려주고, 생성자가 모든 소비자가 다른 방법으로 키를 찾을 수 있다면 생략할 수 있으며, 데이터 패킷에 키 자체가 포함되어 있을 수 있다.
- [0065] S140 단계에서, 클라이언트가 S130 단계에서 수신한 데이터 패킷으로부터 S110 단계에서 요청한 콘텐츠를 획득한다. 여기서, 상기 콘텐츠를 획득하는 것은 비디오 디코딩(Video Decoding)과 같은 데이터 패킷으로부터 콘텐츠를 획득할 수 있는 것을 포함할 수 있다.
- [0066] 도 4은 본 발명의 다른 실시예에 따른 인터레스트 패킷의 탐지과정을 도시한 흐름도이다.
- [0067] 보다 구체적으로, CCN에서 in-network caching 으로 일어나는 데이터 왕복시간을 탐지하기 위해 프로브 패킷으로서 인터레스트 패킷을 사용할 수 있다. 여기서, 인터레스트 패킷의 InterestLifeTime은 상기 인터레스트 패킷을 사용하여 데이터 왕복시간의 지연범위를 벗어날 경우, 상기 InterestLifeTime을 통해 타임아웃을 발생시킬

수 있는 수단으로 사용될 수 있다. 상기 프로브 패킷으로 사용하는 인터레스트 패킷은 타임아웃을 유발하는 한계점을 나타내는 가장 긴 InterestLifeTime을 포함한다. 여기서, 상기 인터레스트 패킷의 라이프타임(lifetime) 값은 아래와 같이 표현할 수 있다.

수학식 1

$$Timeout = \mu_n + 4\sigma_n$$

여기서 μ 는 각각의 RTT들의 가중 평균치(smoothed RTT sample mean), σ 는 최근의 RTT가 이전까지의 평균 RTT와 비교해서 얼마나 벗어나있는지를 나타내는 가중치(smoothed RTT sample variance), 기준값 4는 체비셰프 부등식(Chebyshev's inequality)에 따른 것일 수 있다. 여기서 상기 체비셰프 부등식은 분포의 모양과는 상관없이 일정한 표준편차 안에 관찰 값이 포함될 확률을 나타내고, 유한 기대값 μ 와 표준편차 σ 를 갖는 확률변수 X 의 어떤 분포에 대하여 그 변수와 기대값 차이의 절대값이 $\kappa\sigma$ 보다 작은 확률은 $1 - \kappa^{-2}$ 보다 크거나 같으며, 조건부확률(Probability)을 Pr이라 할 때, 아래와 같이 표현할 수 있다.

수학식 2

$$\Pr[|X - \mu| < \kappa\sigma] \geq 1 - \kappa^{-2}$$

네트워크상의 모든 CCN 노드들이 in-network caching 으로 요청된 데이터를 가지고 있을 경우, 상기 CCN 노드들은 인터레스트 패킷에 응답할 수 있다. 여기서, 일시적 서버 위치 변화는 상기 서버에서 클라이언트까지 요청된 전송 지연에 영향을 줄 수 있으며, 아래와 같은 두 가지 상호 배타적인 경우가 있을 수 있다.

Case 1 : 요청된 전송지연이 한계 값과 작거나 같을 때

Case 2 : 요청된 전송지연이 한계 값보다 클 때

첫 번째의 경우, 전송지연이 데이터 왕복시간으로부터 설정된 한계 값보다 작거나 같으므로 상기 한계 값은 효과적으로 활용될 수 있다. 반면, 두 번째의 경우, InterestLifeTime이 데이터 패킷이 수신되기까지 충분하지 않기 때문에 상기 InterestLifeTime을 한계 값으로 사용하는 인터레스트 패킷은 타임아웃 될 수 있다. 상기 두 번째의 경우가 발생할 경우 지속적으로 인터레스트 패킷으로부터 타임아웃이 발생할 수 있다.

CCN은 in-network caching으로 인해 일시적 서버의 위치 변화가 있을 수 있고, 클라이언트는 상기 서버의 위치 변화에 대한 정보를 알지 못하며, 상기 클라이언트는 인터레스트 패킷의 전송결과를 통해 상기 변화를 탐지할 수 있다. 상기 변화를 탐지하기 위하여 n번째 인터레스트 패킷의 결과를 보여주는 랜덤변수를 $W_{i,j}$ 라고 할 때, 일반적인 인터레스트 패킷은 $i=0$, 데이터 왕복시간을 탐지하는 프로브 인터레스트 패킷은 $i=1$ 일 때, 각각의 전송 결과는 다음과 같이 표현할 수 있다.

수학식 3

$$W_{i=0,j} = \begin{cases} 0 & \text{if RTT} \leq \text{threshold} \\ 1 & \text{if timeout occurs} \end{cases}$$

수학식 4

$$W_{i=1,j} = \begin{cases} 0 & \text{if RTT} \leq \text{threshold} \\ 1 & \text{if RTT} > \text{threshold} \\ 2 & \text{if timeout occurs} \end{cases}$$

[0077]

[0078]

예를 들어, 비디오 스트리밍은 실시간 응용서비스이며, 비디오 클라이언트는 높은 탐지율로 빠르게 변동을 탐지할 수 있어야 한다. TCP/IP 네트워크에서는 서버와 클라이언트 위치는 변하지 않는다. 하지만, CCN에서는 일시적인 서버가 변화할 수 있고, 세가지 이유로 서버가 변화하여 타임아웃이 발생할 수 있다. 상기 세가지 이유는 서버 혼잡, 일시적 서버 위치 변화, 및 무선채널에러일 수 있다. 따라서, 비디오 클라이언트는 전송 지연이 발생하는 원인을 구분할 수 있어야 하며, 전송결과에 따라 전송 방법을 변화시킬 수 있어야 한다. 상기 전송 지연이 발생하는 원인의 구분, 상기 전송결과에 따라 전송 방법을 변화시킬 수 있는 요구사항을 만족시키기 위해 제안 방법으로서 순서 가설(Sequential Hypothesis Testing)을 제안할 수 있다.

[0079]

서버와 클라이언트 간의 전송 지연은 두 가지의 상호 배타적인 경우가 있으며, 상기 두 가지의 상호 배타적인 경우는 다음과 같이 두가지 가설을 정의할 수 있다.

[0080]

H_0 은 요청된 전송 지연이 한계 값보다 작거나 같을 때인 첫번째 경우를 나타낼 수 있다.

[0081]

H_1 은 요청된 전송 지연이 한계 값보다 클 때인 두번째 경우를 나타낼 수 있다.

[0082]

가설 H_m 은 랜덤변수의 조건부확률로 가정하고, $W_{ij}|H_m$ 은 독립적이며 동일한 분포를 가질 때, 랜덤변수

W_{ij} 의 확률분포를 다음과 같은 네 가지의 경우로 표현할 수 있다.

수학식 5

$$\Pr[W_{i=0,j}=0|H_0]=b(1-y),$$

[0083]

$$\Pr[W_{i=0,j}=1|H_0]=1-\Pr[W_{i=0,j}=0|H_0]$$

[0084]

수학식 6

$$\Pr[W_{i=0,j}=0|H_1]=(1-d)(1-y),$$

[0085]

$$\Pr[W_{i=0,j}=1|H_1]=1-\Pr[W_{i=0,j}=0|H_1]$$

[0086]

수학식 7

$$\Pr[W_{i=1,j}=0|H_0]=b(1-y),$$

[0087]

$$\Pr[W_{i=1,j}=1|H_0]=(1-b)(1-y),$$

$$\Pr[W_{i=1,j}=2|H_0]=1-\Pr[W_{i=1,j}=0|H_0]-\Pr[W_{i=1,j}=1|H_0]$$

수학식 8

$$\Pr[W_{i=1,j}=0|H_1]=(1-d)(1-y),$$

$$\Pr[W_{i=1,j}=1|H_1]=d(1-y),$$

$$\Pr[W_{i=1,j}=2|H_1]=1-\Pr[W_{i=1,j}=0|H_1]-\Pr[W_{i=1,j}=1|H_1]$$

여기서, b 는 패킷 손실이 발생하지 않는 H_0 이 사실일 때 RTT 샘플이 한계 값보다 작거나 같을 때의 확률을 나타낼 수 있다. d 는 패킷 손실 없이 H_1 이 사실일 때 RTT 샘플이 한계 값보다 클 때를 나타낼 수 있다. 또한, 평균 패킷 손실률 y 는 비디오클라이언트에 의해 측정될 수 있다.

S_n 은 n 개의 인터레스트 패킷의 관찰된 결과를 나타내며, 다음과 같이 우도비(the likelihood ratio)를 정의할 수 있다.

수학식 9

$$\Lambda(S_n) = \frac{\Pr[S_n|H_1]}{\Pr[S_n|H_0]} = \prod_{t=1}^n \frac{\Pr[W_{i,t}|H_1]}{\Pr[W_{i,t}|H_0]}$$

여기서, i 는 프로브 인터레스트 패킷 또는 인터레스트 패킷을 나타낸다. 또한 상기 우도비는 자료 검증에 사용되는 기법으로서, 관찰치를 얻을 확률을 최대화하는 모수의 값 최대우도추정량과 관계가 있고, 상기 최대우도추정량을 구하는 방법은 우도함수를 최대화하는 모수의 값을 구하는 방법인 최우추정법이 사용될 수 있다. 상기 최대우도추정량을 구하기 위해 분포와 상관없이 먼저 서로 독립된 결합확률밀도함수의 곱을 구하고, 우도함수를 최대화하는 것은 로그함수를 최대화하는 것과 같으므로 로그우도함수를 미분하여 최대우도추정량을 구할 수 있다. 상기 우도비에 상응하는 탐지과정은 다음과 같이 표현할 수 있다.

수학식 10

$$result = \begin{cases} H_0 & \text{if } \Lambda(S_n) \leq \theta_0 \\ H_1 & \text{if } \Lambda(S_n) \geq \theta_1 \\ continue & \text{if } \theta_0 < \Lambda(S_n) < \theta_1 \end{cases}$$

여기서, θ_0 과 θ_1 은 각각 긍정오류확률(accept H_1 when H_0 is true)과 검출확률(accept H_1 when H_1 is true)에 상응하는 한계 값일 수 있으며, 다음과 같이 표현 할 수 있다.

수학식 11

$$\theta_0 \leftarrow \frac{1-\varphi}{1-\omega}$$

[0099]

수학식 12

$$\theta_1 \leftarrow \frac{\varphi}{\omega}$$

[0100]

[0101] 여기서, φ 과 ω 는 주로 0.01과 0.99에서 각각 선택될 수 있으며, 실제 탐지율과 긍정오류율(false positive rate)는 다음에 의해 한계가 결정되며, 다음과 같이 표현할 수 있다.

수학식 13

$$detection_rate \leftarrow \frac{\varphi}{\omega}$$

[0102]

수학식 14

$$false_positive_rate \leftarrow \frac{1-\varphi}{1-\omega}$$

[0103]

[0104] 상기의 탐지 알고리즘 결과가 전송 지연에 대한 결과를 탐지하지 못할 경우, InterestLifeTime은 수학식 1에 의해 탐지될 수 있다. 반면, 상기 탐지 알고리즘 결과가 상기 H_1 인 요청된 전송 지연이 한계 값보다 클 때 InterestLifeTime의 한계값은 리셋(reset)되며, 다음과 같이 표현할 수 있다.

수학식 15

$$threshold = \begin{cases} RTT_p + k\hat{\sigma} & \text{if probe packet is received} \\ D_{playout} & \text{if probe packet is not received} \end{cases}$$

[0105]

[0106] 여기서, RTT_p 는 인터레스트 패킷으로 데이터 왕복시간을 탐지하는 프로브 인터레스트 패킷의 RTT 값이고, $D_{playout}$ 는 패킷의 타임아웃을 유발할 수 있는 한계점이다. 또한, 상기 H_1 이 사실일 경우, 지속적인 타임아웃이 발생하며, 제안된 상기 탐지 알고리즘은 상기 일련의 과정을 거쳐 결정을 함에 있어 단지 4~5회 정도의 관찰이 일어날 수 있다.

[0107] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 CCN에서 클라이언트로부터 콘텐츠 서버까지의 패킷 흐름을 도시한 도면이다.

[0108] 보다 구체적으로, 비디오 스트리밍 클라이언트(Video Streaming clients)는 요청하는 콘텐츠이름을 인터레스트 패킷에 포함시켜 네트워크로 송신한다. 상기 인터레스트 패킷을 수신한 CCN 노드는 CS와 PIT에서 상기 인터레스트 패킷에 포함된 콘텐츠 이름을 검색하고, 상기 콘텐츠 이름이 검색될 경우 상기 콘텐츠에 대한 데이터 패킷을 즉시 상기 비디오 스트리밍 클라이언트에 송신한다. 반면, 상기 콘텐츠 이름이 검색되지 않을 경우, 상기 CCN

노드는 FIB에 있는 정보에 따라 비디오 스트리밍 서버(Video Streaming Server)의 방향으로 상기 인터레스트 패킷을 전달한다. 상기 인터레스트 패킷이 전달되는 경로에 위치한 모든 CCN 노드들은 상기의 CS, PIT 및 FIB를 검색하여 인터레스트 패킷을 전달하는 모든 과정을 동일하게 포함할 수 있다. 이제, 상기 인터레스트 패킷을 수신한 비디오 스트리밍 서버는 상기 콘텐츠에 대한 데이터 패킷을 CCN 노드에 전달하고, 상기 전달된 데이터 패킷은 인터레스트 패킷이 지나는 경로를 역으로 지나치면서 비디오 스트리밍 클라이언트로 전달될 수 있다. 여기서, 상기 비디오 스트리밍 클라이언트와 상기 인터레스트 패킷 수신지 간의 거리가 증가함에 따라 비례하여 데이터 왕복시간 역시 증가할 수 있다.

- [0109] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 CCN에서 패킷 손실을 방지하는 콘텐츠 획득 장치를 도시한 블록도로서, 콘텐츠 획득 장치(60)는 앞서 기술한 도 1 내지 4의 각 과정에 대응하는 구성을 포함한다. 따라서, 여기서는 설명의 중복을 피하기 위해 하드웨어 장치를 중심으로 그 기능을 약술하도록 한다.
- [0110] 콘텐츠 획득 장치(60)의 송신부(61)는 콘텐츠를 요청하는 인터레스트 패킷을 네트워크에 송신한다.
- [0111] 콘텐츠 획득 장치(60)의 처리부(62)는 상기 인터레스트 패킷 수신지와와의 전송지연 여부를 검출함으로써 상기 인터레스트 패킷의 송신결과를 탐지한다.
- [0112] 콘텐츠 획득 장치(60)의 수신부(63)는 상기 송신 결과를 고려하여 상기 요청한 콘텐츠의 데이터 패킷을 수신한다.
- [0113] 콘텐츠 획득 장치(60)의 변환부(64)는 상기 데이터 패킷으로부터 상기 콘텐츠를 획득한다.
- [0114] 또한, 송신부(61)는 처리부(62)를 통해 데이터 왕복시간에 대한 타임아웃이 발생할 경우 상기 인터레스트 패킷을 네트워크에 재송신한다.
- [0115] 또한, 처리부(62)는 콘텐츠 획득 장치(60)와 상기 인터레스트 패킷 수신지 간의 데이터 왕복시간에 대한 지연 범위를 설정하며, 상기 송신된 인터레스트 패킷을 통해 상기 클라이언트와 상기 인터레스트 패킷 수신지 간의 데이터 왕복시간을 검출함으로써, 상기 검출 결과 상기 데이터 왕복시간이 상기 지연 범위를 벗어날 경우 타임아웃을 발생시킨다.
- [0116] 여기서, 상기 데이터 왕복시간은 상기 클라이언트와 상기 인터레스트 패킷 수신지 간의 거리가 증가함에 따라 비례하여 증가할 수 있다. 또한, 상기 인터레스트 패킷 수신지는 상기 콘텐츠 획득 장치(60)가 요청하는 콘텐츠를 콘텐츠 서버로부터 수신하고, 상기 수신된 콘텐츠를 상기 클라이언트에게 송신하며, 상기 송신된 콘텐츠를 저장공간에 저장함으로써, 상기 클라이언트가 상기 콘텐츠를 재요청 할 경우 상기 인터레스트 패킷 수신지가 변동될 수 있다.
- [0117] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 CCN에서 클라이언트가 패킷을 재전송함으로써 패킷 손실을 방지하는 과정을 도시한 도면이다.
- [0118] 보다 구체적으로, 비디오 스트리밍 클라이언트(Video Streaming cilents)는 요청하는 콘텐츠이름을 인터레스트 패킷에 포함시켜 네트워크로 송신한다. 상기 인터레스트 패킷을 수신한 CCN 노드는 CS(Content Store)와 PIT(Pending Interest Table)에서 상기 인터레스트 패킷에 포함된 콘텐츠 이름을 검색하고, 상기 콘텐츠 이름이 검색될 경우 상기 콘텐츠에 대한 데이터 패킷을 즉시 상기 비디오 스트리밍 클라이언트에 송신한다. 여기서, 상기 인터레스트 패킷을 수신하고 상기 CS와 상기 PIT를 통해 콘텐츠 이름을 검색하며, 상기 데이터 패킷을 전달하는 일련의 과정을 통해 전송결과를 관찰(Observe transmission outcome)할 수 있다. 상기 관찰을 통해 패킷의 지연변동을 탐지(Delay variation detection)하고, 상기 탐지 결과에 따라 타임아웃을 판단(Timeout estimation)할 수 있다. 이제, 상기 타임아웃을 판단했을 경우, 상기 비디오 스트리밍 클라이언트는 리퀘스트 엔진(Request Engine)을 이용하여 인터레스트 패킷을 재전송할 수 있다. 따라서, 인터레스트 패킷을 재전송함으로써 패킷 손실을 방지할 수 있다.
- [0119] 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 종래의 CCN 클라이언트와 본 발명이 제안하는 개선된 CCN 클라이언트의 패킷 손실에 대한 복구율을 비교하여 도시한 도면이다.
- [0120] 보다 구체적으로, 실험 환경은 ns-2 기반의 개발환경에서 H.264/AVC standard 인코딩과 'Brige (Close)' CIF (352*288) sequences 가 비디오 트레이스로 사용되고, 종래의 CCN 클라이언트는 인터레스트 패킷의 InterestLifeTime이 2 초로 설정된다. 또한, 총 2001 프레임으로 구성되었으며, 각 프레임은 12260 데이터 패킷으로 구성된다. 주 인코딩 파라미터는 30 FPS 프레임이고, 400 Kbps 비트레이트, 그리고 38.68 dB 평균 PSNR 이

며, 인코딩 구조는 IPPPPIPPPP 이다.

[0121] 실험은 두 개의 방법 성능을 비교하기 위해 각기 다른 패킷 손실률을 사용하였고, 상기 패킷 손실률은 두 개의 방법의 효율성을 측정하기 위해 다음과 같이 표현할 수 있다.

수학식 16

$$[0122] \text{RecoverRate} = \frac{L_{\text{network}} - L_{\text{application}}}{L_{\text{network}}}$$

[0123] 여기서, L_{network} 는 리시버(receiver) 노드가 네트워크 계층에서 발견한 패킷 손실 수이며, $L_{\text{application}}$ 은 응용계층에서 발견된 패킷 손실 수일 수 있다.

[0124] 따라서, 도 8은 종래의 CCN 클라이언트(CCN Default)와 본 발명이 제안하는 개선된 CCN 클라이언트에서 패킷 손실 회복률을 보여준다. 종래의 CCN 클라이언트는 각각의 인터레스트 패킷에 고정 라이프타임을 할당함으로써, 전송지연에 민감한 비디오 스트리밍 서비스에 적합하지 않으며 전송지연에 취약한 모습을 보인다. 반면, 본 발명의 개선된 CCN 클라이언트(Proposed Scheme)는 패킷 재전송을 통해 패킷 손실 회복률에서 종래의 CCN 클라이언트와 비교하여 훨씬 뛰어난 효과를 보인다.

[0125] 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 종래의 CCN 클라이언트와 본 발명이 제안하는 CCN 개선된 클라이언트의 평균 PSNR을 비교하여 도시한 도면이다.

[0126] 보다 구체적으로, 도 9는 도 8의 실험환경과 동일하고, 상기 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)은 신호가 가질 수 있는 최대 전력에 대한 잡음의 전력으로서, 영상 또는 동영상 손실 압축에서 화질 손실 정보를 평가할 때 사용될 수 있으며, 화질의 손실이 적을수록 높은 값을 가진다. 따라서, 종래의 CCN 클라이언트(CCN Default)와 비교해서 본 발명의 개선된 CCN 클라이언트(Proposed Scheme)는 패킷 손실이 증가함에 따라 평균 PSNR이 훨씬 높게 나타나는 것을 알 수 있다.

[0127] 상기된 본 발명의 실시예들에 따르면, CCN에서 인터레스트 패킷을 사용하여 데이터 왕복시간을 탐지하고, 상기 탐지결과에 따라 전송지연 발생 시 패킷을 재전송 함으로써, 종래의 CCN에서 전송지연에 따른 패킷 손실을 복구할 수 없는 단점을 극복 할 수 있다.

[0128] 한편, 본 발명의 실시예들은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다.

[0129] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현하는 것을 포함한다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 그리고 본 발명을 구현하기 위한 기능적인(functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 발명이 속하는 기술 분야의 프로그래머들에 의하여 용이하게 추론될 수 있다.

[0130] 이상에서 본 발명에 대하여 그 다양한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명에 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

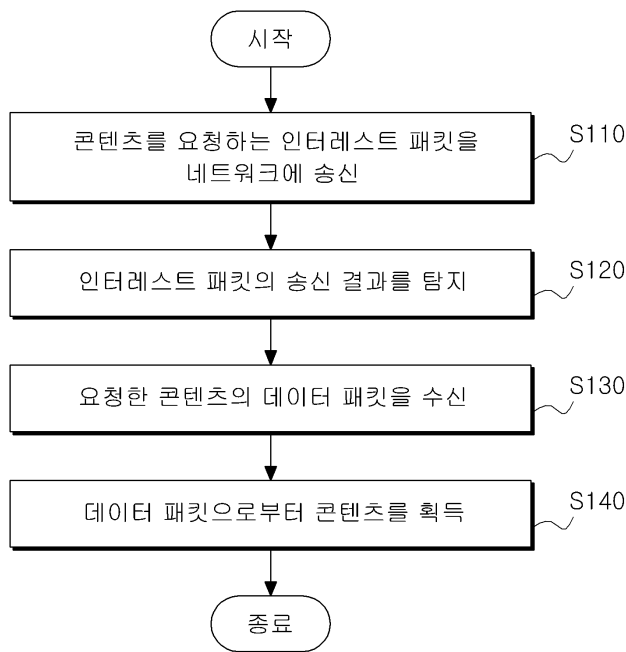
[0131] 60 : 콘텐츠 획득 장치

61 : 송신부

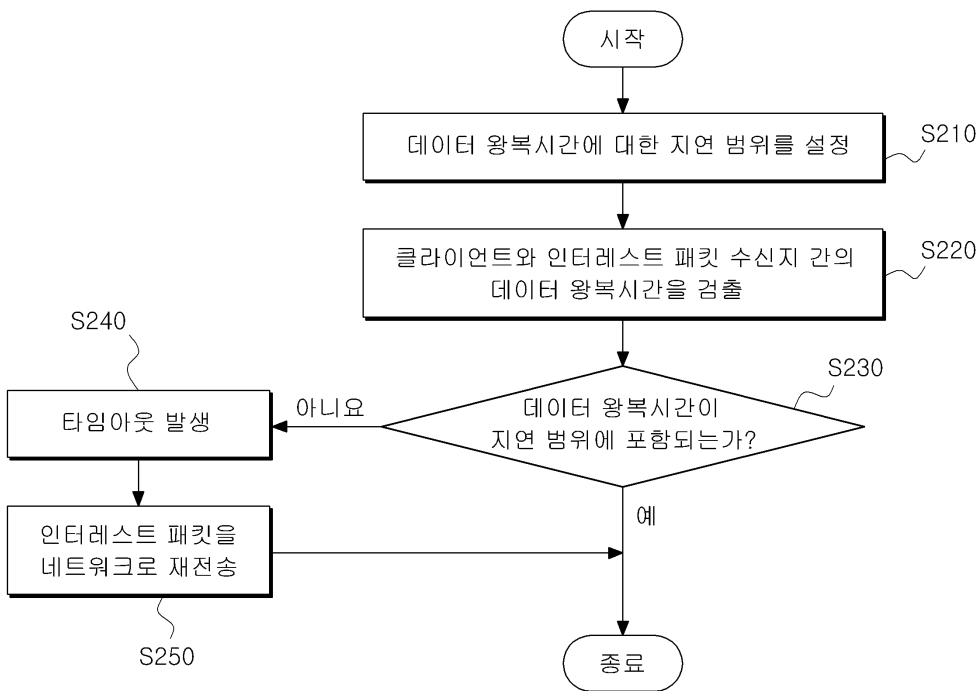
62 : 처리부
63 : 수신부
64 : 변환부

도면

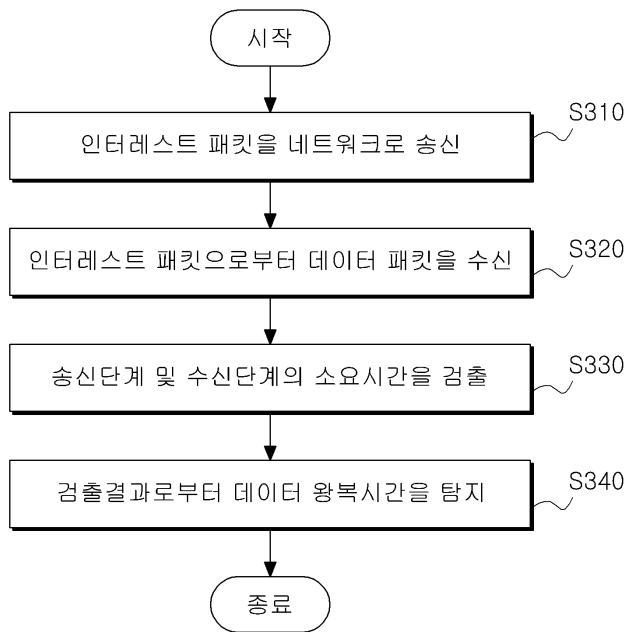
도면1



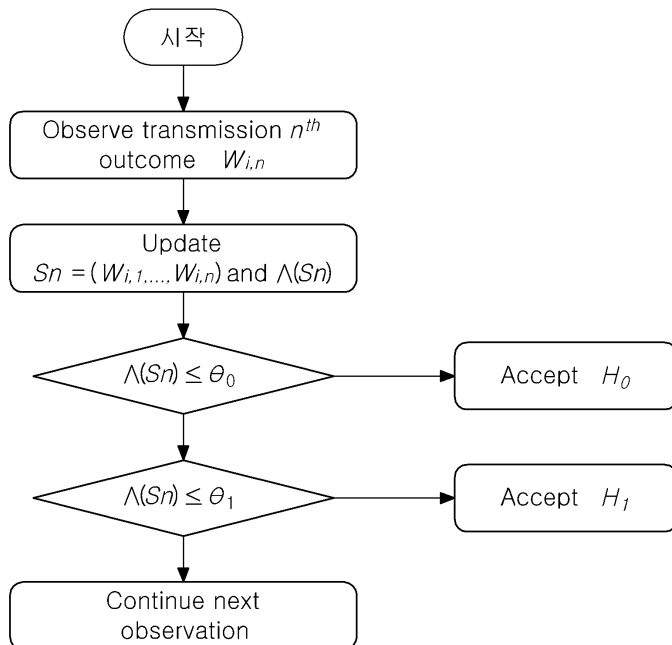
도면2



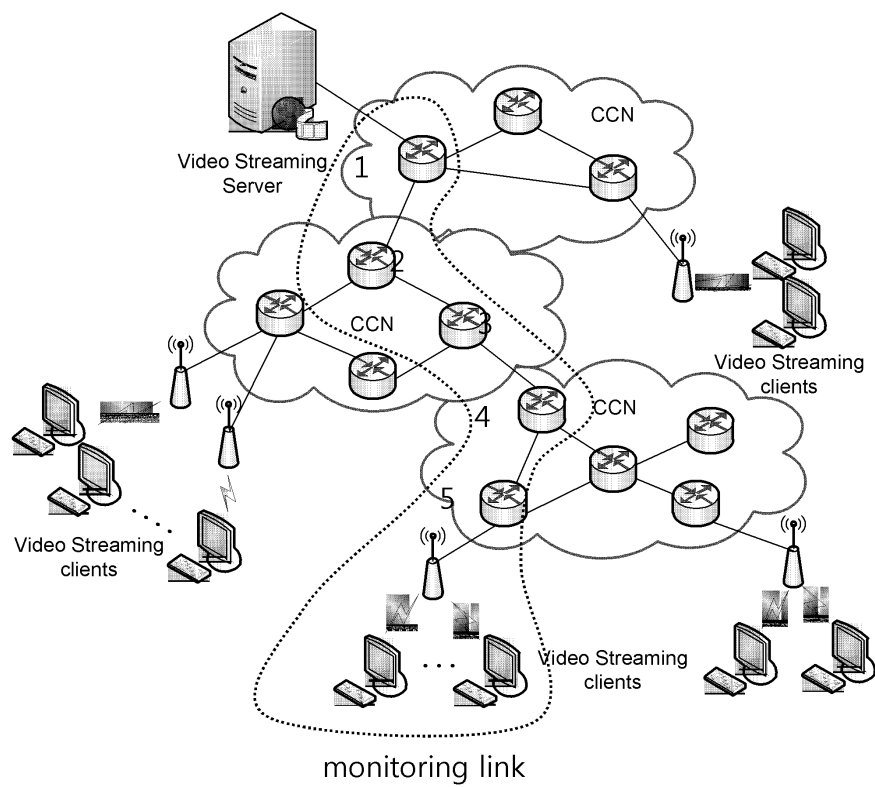
도면3



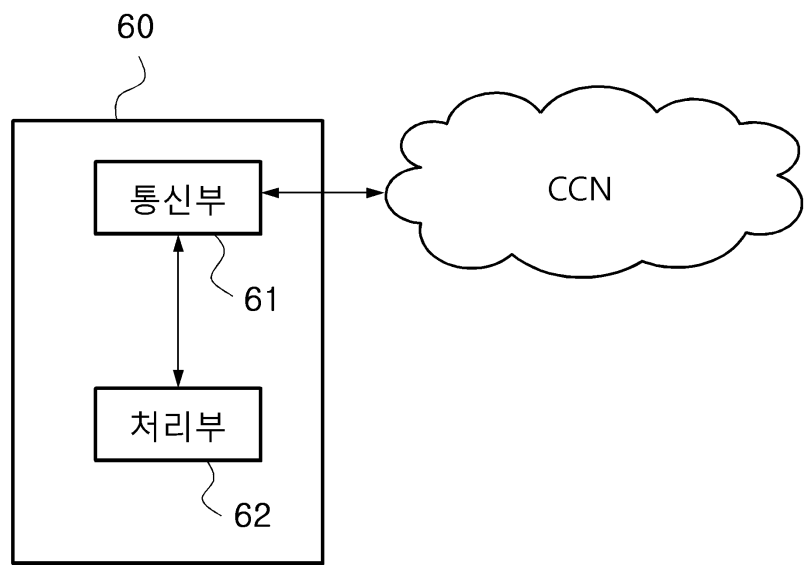
도면4



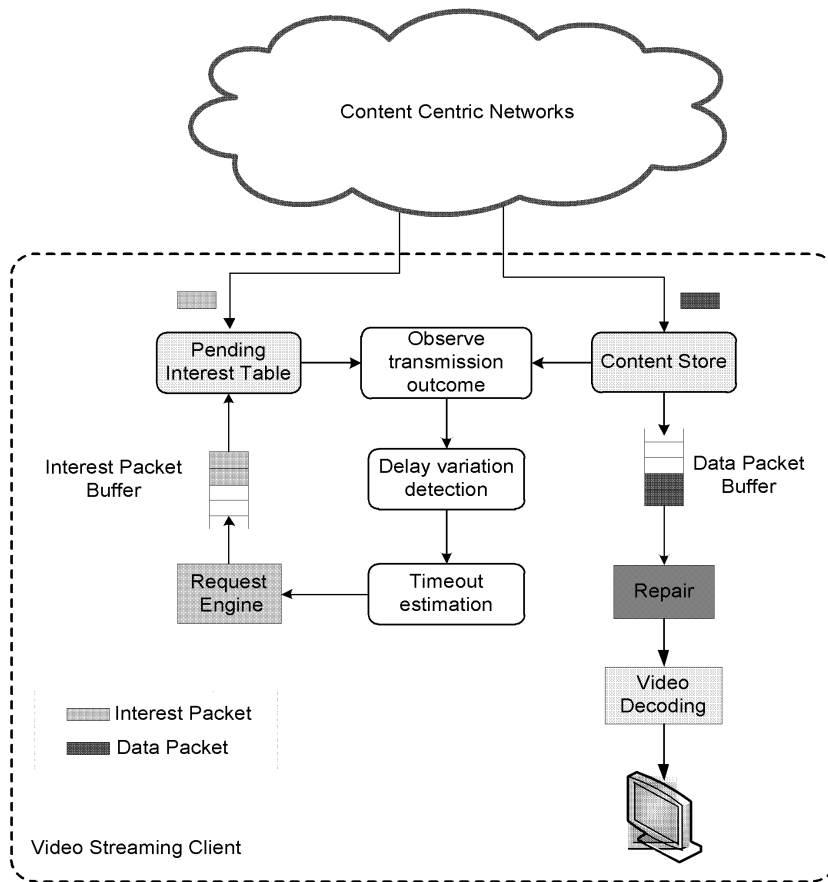
도면5



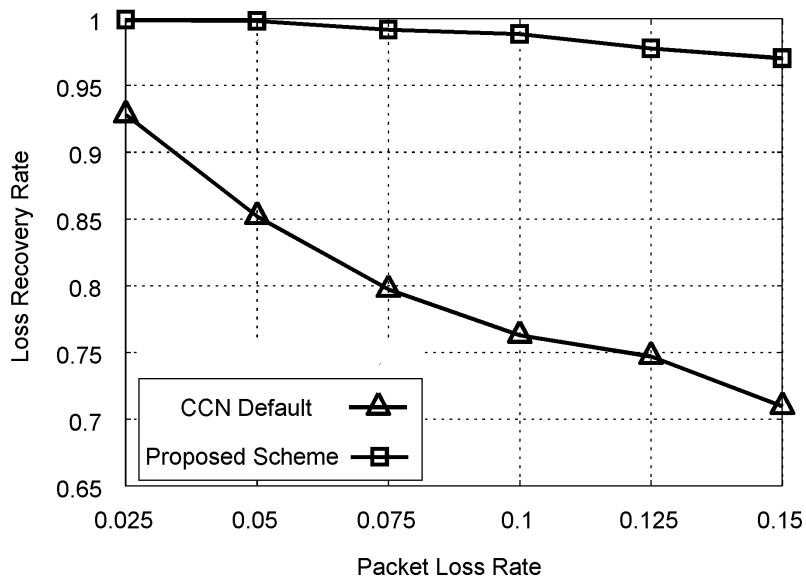
도면6



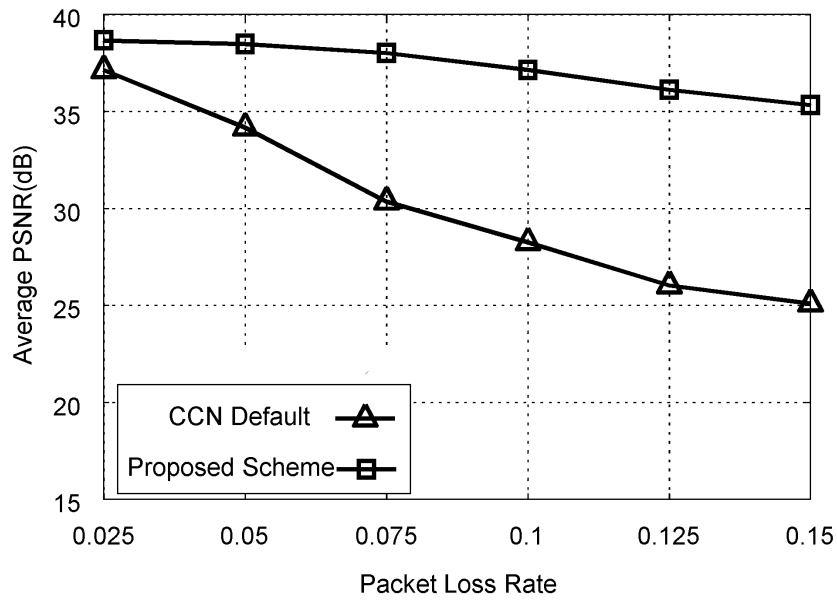
도면7



도면8



도면9



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 제1항, 청구항 제9항

【변경전】

수진지

【변경후】

수신지