



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년07월31일
(11) 등록번호 10-2140267
(24) 등록일자 2020년07월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 21/238 (2011.01) H04N 21/2385 (2011.01)
H04N 21/24 (2011.01) H04N 21/61 (2020.01)
H04N 21/647 (2011.01)
(52) CPC특허분류
H04N 21/23805 (2013.01)
H04N 21/2385 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0066977
(22) 출원일자 2019년06월05일
심사청구일자 2019년06월05일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020060114080 A
KR1020170070646 A

(73) 특허권자
엘아이지넥스원 주식회사
경기도 용인시 기흥구 마북로 207 (마북동)
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
윤동환
경기도 성남시 분당구 판교로 333 (삼평동)
선중규
경기도 성남시 분당구 판교로 333 (삼평동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인우인

전체 청구항 수 : 총 13 항

심사관 : 정성윤

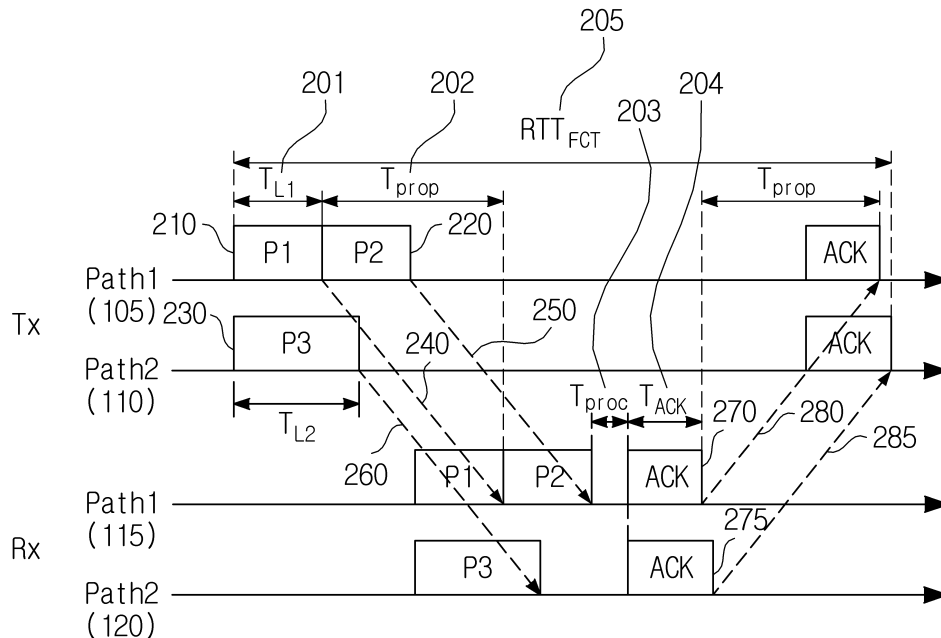
(54) 발명의 명칭 적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송하는 적응적 비디오 스트리밍 방법 및 시스템

(57) 요약

본 발명의 실시 예에 따른 적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송하는 적응적 비디오 스트리밍 서비스 제공 방법은, 패킷 송신기가 패킷 수신기로부터 상기 비디오 스트리밍 서비스 요청을 수신하는 단계; 상기 패킷 송신기가 상기 무선 경로들의 상태 정보를 확인하는 단계; 상기 패킷 송신기가 상기

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



확인된 무선 경로들의 상태 정보에 따라 전송 속도를 우선으로 상기 패킷을 전송할 제1 전송 모드 및 신뢰성을 우선으로 상기 패킷을 전송할 제2 전송 모드를 결정하고, 상기 제1 전송 모드와 상기 제2 전송 모드 각각의 패킷 전송 속도와 프레임 손실율(Frame loss rate)을 측정하는 단계; 상기 패킷 송신기가 상기 측정된 제1 전송 모드와 상기 제2 전송 모드 각각의 패킷 전송 속도와 프레임 손실율에 따라 상기 제1 전송 모드와 상기 제2 전송 모드로 전송할 패킷들의 비율을 결정하는 단계; 상기 패킷 송신기가 상기 결정된 비율로 상기 패킷들을 상기 제1 전송 모드와 제2 전송 모드로 전송하는 단계; 및 상기 패킷 송신기가 상기 패킷 수신기로부터 수신된 버퍼 상태 정보에 따라 상기 제1 전송 모드 및 상기 제2 전송 모드로 전송할 패킷들의 비율을 가변하여 전송하는 단계를 포함한다.

(52) CPC특허분류

H04N 21/2402 (2013.01)

H04N 21/6106 (2013.01)

H04N 21/64738 (2013.01)

(72) 발명자

정종문

서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 제3공학관 C203-1

송수은

서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 제3공학관 C203-1

정재욱

서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 제3공학관 C203-1

최민수

서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 제3공학관 C203-1

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송하는 적응적 비디오 스트리밍 서비스 제공 방법에 있어서,

패킷 송신기가 패킷 수신기로부터 상기 비디오 스트리밍 서비스 요청을 수신하는 단계;

상기 패킷 송신기가 상기 무선 경로들의 상태 정보를 확인하는 단계;

상기 패킷 송신기가 상기 확인된 무선 경로들의 상태 정보에 따라 전송 속도를 우선으로 상기 패킷을 전송할 제1 전송 모드 및 신뢰성을 우선으로 상기 패킷을 전송할 제2 전송 모드를 결정하고, 상기 제1 전송 모드와 상기 제2 전송 모드 각각의 패킷 전송 속도와 프레임 손실율(Frame loss rate)을 측정하는 단계;

상기 패킷 송신기가 상기 측정된 제1 전송 모드와 상기 제2 전송 모드 각각의 패킷 전송 속도와 프레임 손실율에 따라 상기 제1 전송 모드와 상기 제2 전송 모드로 전송할 패킷들의 비율을 결정하는 단계;

상기 패킷 송신기가 상기 결정된 비율로 상기 패킷들을 상기 제1 전송 모드와 제2 전송 모드로 전송하는 단계; 및

상기 패킷 송신기가 상기 패킷 수신기로부터 수신된 버퍼 상태 정보에 따라 상기 제1 전송 모드 및 상기 제2 전송 모드로 전송할 패킷들의 비율을 가변하여 전송하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송하는 적응적 비디오 스트리밍 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 전송 모드는 FCT(Fast Concurrent Transfer)이고,

상기 제2 전송 모드는 RCT(Reliable Concurrent Transfer)임을 특징으로 하는 적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송하는 적응적 비디오 스트리밍 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 RCT로 전송하는 패킷은,

우선 순위가 높은 프레임의 패킷임을 특징으로 하는 적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송하는 적응적 비디오 스트리밍 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 비디오 스트리밍의 인코딩 및 디코딩을 위한 비디오 코덱이 H.264라면,

상기 비디오 데이터는 I 프레임과 P 또는 B 프레임을 포함하는 화상 집합들(Group of Picture)로 구성되며, 상기 RCT로 전송할 프레임은 상기 I 프레임을 특징으로 하는 적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송하는 적응적 비디오 스트리밍 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 패킷 수신기는,

상기 패킷 송신기로부터 송신되는 패킷을 큐잉하기 위한 버퍼를 생성하는 단계;

상기 패킷 송신기로 패킷의 재전송을 요구하기 위한 재전송 임계 값을 결정하는 단계를 더 포함하며,

상기 버퍼의 크기는,

상기 전송 속도와 상기 적응적 비디오 스트리밍의 제한 시간을 고려하여 결정되고,

상기 재전송 임계 값은 스톨링(stalling) 없이 재전송이 가능한 최대의 버퍼내 프레임 개수로 결정됨을 특징으로 하는 적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송하는 적응적 비디오 스트리밍 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 버퍼 상태 정보는,

상기 프레임의 버퍼 진입 속도, 상기 버퍼 내 프레임 수와 상기 재전송 임계 값, 상기 프레임의 인코딩 속도를 포함하고,

상기 패킷 송신기는,

상기 버퍼 상태 정보를 고려하여 상기 버퍼의 상태를 판단하고, 상기 버퍼의 상태에 따라 상기 제1 전송 모드 및 상기 제2 전송 모드로 전송할 패킷의 비율을 가변함을 특징으로 하는 적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송하는 적응적 비디오 스트리밍 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 버퍼의 상태는,

상기 버퍼 내 프레임의 개수가 상기 재전송 임계 값보다 작거나 같고, 상기 버퍼 진입 속도가 상기 프레임의 인코딩 속도보다 느린 제1 상태;

상기 버퍼 내 프레임의 개수가 상기 재전송 임계 값보다 작거나 같고, 상기 버퍼 진입 속도가 상기 프레임의 인코딩 속도보다 빠른 제2 상태;

상기 버퍼 내 프레임의 개수가 상기 재전송 임계 값보다 크고, 상기 버퍼 진입 속도가 상기 프레임의 인코딩 속도보다 느린 제3 상태; 및

상기 버퍼 내 프레임의 개수가 상기 재전송 임계 값보다 크고, 상기 버퍼 진입 속도가 상기 프레임의 인코딩 속도보다 빠른 제4상태 중 어느 하나임을 특징으로 하는 적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송하는 적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송하는 적응적 비디오 스트리밍 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 버퍼의 상태가 상기 제1 상태라면,

상기 패킷 송신기는,

데이터 처리율(throughput)을 증가시키면서 패킷 손실율(Packet loss rate)을 최소화하는 조건에 부합하도록 RCT(Reliable Concurrent Transfer)로 전송할 프레임 개수를 계산하는 단계를 더 포함함을 특징으로 하는 적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송하는 적응적 비디오 스트리밍 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 버퍼의 상태가 상기 제3 상태라면,

상기 패킷 송신기는,

상기 패킷의 신뢰성(Reliability)를 높이기 위한 조건에 부합되도록 패킷 손실율(Packet loss rate)을 유지하면서 무선 경로의 데이터 율을 최대화시키는 조건에 부합되도록 RCT로 전송할 프레임 개수를 계산하는 단계를 더 포함함을 특징으로 하는 적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송하는 적응적 비디오 스트리밍 방법.

청구항 10

적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송하는 적응적 비디오 스트리밍 서비스 제공 시스템에 있어서,

상기 적응적 비디오 스트리밍 서비스를 사용자에게 제공하는 패킷 수신기; 및

상기 패킷 수신기로부터 비디오 스트리밍 서비스 요청을 수신하면, 상기 무선 경로들의 상태 정보를 확인하고, 상기 확인된 무선 경로들의 상태 정보에 따라 전송 속도를 우선으로 상기 패킷을 전송할 제1 전송 모드 및 신뢰성을 우선으로 상기 패킷을 전송할 제2 전송 모드를 결정하고, 상기 제1 전송 모드와 상기 제2 전송 모드 각각의 패킷 전송 속도와 프레임 손실 율(Frame loss rate)을 측정하고, 상기 측정된 제1 전송 모드와 상기 제2 전송 모드 각각의 패킷 전송 속도와 프레임 손실 율에 따라 상기 제1 전송 모드와 상기 제2 전송 모드로 전송할 패킷들의 비율을 결정하고, 상기 결정된 비율로 상기 패킷들을 상기 제1 전송 모드와 제2 전송 모드로 전송하고, 상기 패킷 수신기로부터 수신된 버퍼 상태 정보에 따라 상기 제1 전송 모드 및 상기 제2 전송 모드로 전송할 패킷들의 비율을 가변하여 전송하는 패킷 송신기를 포함함을 특징으로 하는 적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송하는 적응적 비디오 스트리밍 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제1 전송 모드는 FCT(Fast Concurrent Transfer)이고,

상기 제2 전송 모드는 RCT(Reliable Concurrent Transfer)임을 특징으로 하는 적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송하는 적응적 비디오 스트리밍 시스템.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 패킷 수신기는,

상기 패킷 송신기로부터 송신되는 패킷을 큐잉하기 위한 버퍼를 생성하고, 상기 패킷 송신기로 패킷의 재전송을 요구하기 위한 재전송 임계 값을 결정하고,

상기 버퍼의 크기는,

상기 전송 속도와 상기 적응적 비디오 스트리밍의 제한 시간을 고려하여 결정되고,

상기 재전송 임계 값은,

스탈링(stalling) 없이 재전송이 가능한 최대의 버퍼내 프레임 개수로 결정됨을 특징으로 하는 적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송하는 적응적 비디오 스트리밍 시스템.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 버퍼 상태 정보는,

상기 프레임의 버퍼 진입 속도, 상기 버퍼 내 프레임 수와 상기 재전송 임계 값, 상기 프레임의 인코딩 속도를 포함하고,

상기 패킷 송신기는,

상기 버퍼 상태 정보를 고려하여 상기 버퍼의 상태를 판단하고, 상기 버퍼의 상태에 따라 상기 제1 전송 모드

및 상기 제2 전송 모드로 전송할 패킷의 비율을 가변함을 특징으로 하는 적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송하는 적응적 비디오 스트리밍 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 적응적 비디오 스트리밍 방법 및 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송하는 적응적 비디오 스트리밍 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이 부분에 기술된 내용은 단순히 본 발명의 실시예에 대한 배경 정보를 제공할 뿐 종래기술을 구성하는 것은 아니다.

[0003] 4G(LTE, Wibro)와 와이파이(Wi-Fi) 기술의 발전과 주파수 확장으로 인해 기존의 미디어 콘텐츠 소비 패러다임이 유선에서 무선 중심으로 전환되고 있다. 또한, 무선에서도 빠른 전송속도가 보장됨에 따라 사용자는 유선 인터넷 환경에서의 멀티미디어 서비스와 동일한 수준의 모바일 멀티미디어 서비스를 요구하고 있고, 고품질의HD 영상에 대한 소비수요도 늘어나고 있다. 일반적인 비디오 스트리밍 전송 기법으로는 TCP(Transmission Control Protocol) 기반 전송 기법과 UDP(User Datagram Protocol) 전송 기법으로 나눌 수 있다. TCP 전송 기법은 ACK와 에러 정정(error correlation) 기법으로 인하여 100% 재전송이 가능하여 신뢰성을 확보 가능하나, 재전송과 혼잡 제어(congestion control)로 인해 전송 속도가 느린 단점이 있다. UDP 기반 전송 기법은 헤더의 크기가 작고 재전송을 하지 않아 TCP에 비해 빠른 장점을 가지나, 신뢰성을 확보할 수 없다는 단점이 존재한다.

[0004] 다중 경로를 이용한 전송 기법은 Source와 Destination 사이를 복수의 경로로 연결하여 동일한 데이터를 전송함으로써, 신뢰도를 확보 할 수도, 각기 다른 경로를 통해 다른 데이터의 전송을 통해 전송속도를 확보할 수도 있으며, 이는 다중 경로 기반의 전송은 신뢰도와 속도 간의 조율이 필요함을 의미한다. 하지만, TCP 기반의 다중 경로 전송의 경우 경로 간 속도 차이로 인해, 불필요한 혼잡 제어(congestion control)과 불필요한 ACK로 인한 잦은 재전송이 발생한다.

[0005] 하지만, 기존의 비디오 스트리밍 전송에서는 주로 속도 측면의 향상을 중요한 이슈로 삼았으나, 비디오 스트리밍은 빠른 속도 뿐 아니라 높은 신뢰성도 필요하다. 그러나, 무선 네트워크를 통해 고속/높은 신뢰도의 비디오 스트리밍 서비스를 제공하기 위해서는 가용한 무선 자원이 한정된다는 문제점이 존재한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송하는 적응적 비디오 스트리밍 방법 및 시스템을 제공함에 있다.

[0007] 본 발명은 적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송할 때 패킷의 신뢰성과 전송 속도를 모두 만족시키는 적응적 비디오 스트리밍 방법 및 시스템을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시 예에 따른 적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송하는 적응적 비디오 스트리밍 서비스 제공 방법은, 패킷 송신기가 패킷 수신기로부터 상기 비디오 스트리밍 서비스 요청을 수신하는 단계; 상기 패킷 송신기가 상기 무선 경로들의 상태 정보를 확인하는 단계; 상기 패킷 송신기가 상기 확인된 무선 경로들의 상태 정보에 따라 전송 속도를 우선으로 상기 패킷을 전송할 제1 전송 모드 및 신뢰성을 우선으로 상기 패킷을 전송할 제2 전송 모드를 결정하고, 상기 제1 전송 모드와 상기 제2 전송 모드 각각의 패킷 전송 속도와 프레임 손실 율(Frame loss rate)을 측정하는 단계; 상기 패킷 송신기가 상기 측정된 제1 전송 모드와 상기 제2 전송 모드 각각의 패킷 전송 속도와 프레임 손실율에 따라 상기 제1 전송 모드와 상기 제2 전송 모드로 전송할 패킷들의 비율을 결정하는 단계; 상기 패킷 송신기가 상기 결정된 비율로 상기 패킷들을 상기 제1 전송 모드와 제2 전송 모드로 전송하는 단계; 및 상기 패킷 송신기가

상기 패킷 수신기로부터 수신된 버퍼 상태 정보에 따라 상기 제1 전송 모드 및 상기 제2 전송 모드로 전송할 패킷들의 비율을 가변하여 전송하는 단계를 포함한다.

- [0009] 그리고, 상기 제1 전송 모드는 FCT(Fast Concurrent Transfer)이고, 상기 제2 전송 모드는 RCT(Reliable Concurrent Transfer)임을 특징으로 한다.
- [0010] 또한, 상기 RCT로 전송하는 패킷은, 우선 순위가 높은 프레임의 패킷임을 특징으로 하는 적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송한다.
- [0011] 그리고, 상기 비디오 스트리밍의 인코딩 및 디코딩을 위한 비디오 코덱이 H.264라면, 상기 비디오 데이터는 I 프레임과 P 또는 B 프레임을 포함하는 화상 집합들(Group of Picture)로 구성되며, 상기 RCT로 전송할 프레임은 상기 I 프레임임을 특징으로 하는 적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송한다.
- [0012] 또한, 상기 패킷 수신기는, 상기 패킷 송신기로부터 송신되는 패킷을 큐잉하기 위한 버퍼를 생성하는 단계; 상기 패킷 송신기로 패킷의 재전송을 요구하기 위한 재전송 임계 값을 결정하는 단계를 더 포함하며, 상기 버퍼의 크기는, 상기 전송 속도와 상기 적응적 비디오 스트리밍의 제한 시간을 고려하여 결정되고, 상기 재전송 임계 값은 스톨링(stalling) 없이 재전송이 가능한 최대의 버퍼내 프레임 개수로 결정됨을 특징으로 한다.
- [0013] 그리고, 상기 버퍼 상태 정보는, 상기 프레임의 버퍼 진입 속도, 상기 버퍼 내 프레임 수와 상기 재전송 임계 값, 상기 프레임의 인코딩 속도를 포함하고, 상기 패킷 송신기는, 상기 버퍼 상태 정보를 고려하여 상기 버퍼의 상태를 판단하고, 상기 버퍼의 상태에 따라 상기 제1 전송 모드 및 상기 제2 전송 모드로 전송할 패킷의 비율을 가변함을 특징으로 한다.
- [0014] 또한, 상기 버퍼의 상태는, 상기 버퍼 내 프레임의 개수가 상기 재전송 임계 값보다 작거나 같고, 상기 버퍼 진입 속도가 상기 프레임의 인코딩 속도보다 느린 제1 상태; 상기 버퍼 내 프레임의 개수가 상기 재전송 임계 값보다 작거나 같고, 상기 버퍼 진입 속도가 상기 프레임의 인코딩 속도보다 빠른 제2 상태; 상기 버퍼 내 프레임의 개수가 상기 재전송 임계 값보다 크고, 상기 버퍼 진입 속도가 상기 프레임의 인코딩 속도보다 느린 제3 상태; 및 상기 버퍼 내 프레임의 개수가 상기 재전송 임계 값보다 크고, 상기 버퍼 진입 속도가 상기 프레임의 인코딩 속도보다 빠른 제4상태 중 어느 하나임을 특징으로 한다.
- [0015] 그리고, 상기 버퍼의 상태가 상기 제1 상태라면, 상기 패킷 송신기는, 데이터 처리율(throughput)을 증가시키면서 패킷 손실율(Packet loss rate)을 최소화하는 조건에 부합하도록 상기 RCT로 전송할 프레임 개수를 계산하는 단계를 더 포함한다.
- [0016] 또한, 상기 버퍼의 상태가 상기 제3 상태라면, 상기 패킷 송신기는, 상기 패킷의 신뢰성(Reliability)를 높이기 위한 조건에 부합되도록 상기 패킷 손실 율(Packet loss rate)을 유지하면서 상기 데이터 율을 최대화시키는 조건에 부합되도록 상기 RCT로 전송할 프레임 개수를 계산하는 단계를 더 포함한다.
- [0017] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시 예에 따른 적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송하는 적응적 비디오 스트리밍 서비스 제공 시스템은, 상기 적응적 비디오 스트리밍 서비스를 사용자에게 제공하는 패킷 수신기; 및 상기 패킷 수신기로부터 비디오 스트리밍 서비스 요청을 수신하면, 상기 무선 경로들의 상태 정보를 확인하고, 상기 확인된 무선 경로들의 상태 정보에 따라 전송 속도를 우선으로 상기 패킷을 전송할 제1 전송 모드 및 신뢰성을 우선으로 상기 패킷을 전송할 제2 전송 모드를 결정하고, 상기 제1 전송 모드와 상기 제2 전송 모드 각각의 패킷 전송 속도와 프레임 손실 율(Frame loss rate)을 측정하고, 상기 측정된 제1 전송 모드와 상기 제2 전송 모드 각각의 패킷 전송 속도와 프레임 손실율에 따라 상기 제1 전송 모드와 상기 제2 전송 모드로 전송할 패킷들의 비율을 결정하고, 상기 결정된 비율로 상기 패킷들을 상기 제1 전송 모드와 제2 전송 모드로 전송하고, 상기 패킷 수신기로부터 수신된 버퍼 상태 정보에 따라 상기 제1 전송 모드 및 상기 제2 전송 모드로 전송할 패킷들의 비율을 가변하여 전송하는 패킷 송신기를 포함한다.
- [0018] 그리고, 상기 제1 전송 모드는 FCT(Fast Concurrent Transfer)이고, 상기 제2 전송 모드는 RCT(Reliable Concurrent Transfer)임을 특징으로 한다.
- [0019] 또한, 상기 패킷 수신기는, 상기 패킷 송신기로부터 송신되는 패킷을 큐잉하기 위한 버퍼를 생성하고, 상기 패킷 송신기로 패킷의 재전송을 요구하기 위한 재전송 임계 값을 결정하고, 상기 버퍼의 크기는, 상기 전송 속도와 상기 적응적 비디오 스트리밍의 제한 시간을 고려하여 결정되고, 상기 재전송 임계 값은, 스톨링(stalling)

없이 재전송이 가능한 최대의 버퍼내 프레임 개수로 결정된다.

[0020] 그리고, 상기 버퍼 상태 정보는, 상기 프레임의 버퍼 진입 속도, 상기 버퍼 내 프레임 수와 상기 재전송 임계값, 상기 프레임의 인코딩 속도를 포함하고, 상기 패킷 송신기는, 상기 버퍼 상태 정보를 고려하여 상기 버퍼의 상태를 판단하고, 상기 버퍼의 상태에 따라 상기 제1 전송 모드 및 상기 제2 전송 모드로 전송할 패킷의 비율을 가변함을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0021] 상술한 본 발명의 실시 예에 따르면 적응적 동시 전송 기법을 통해 적어도 둘 이상의 무선 경로들 상으로 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송할 때 패킷의 신뢰성과 전송 속도를 모두 만족시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 경로를 통해 인터넷에 연결된 패킷 송신단과 패킷 수신단과 송신단 간의 네트워크 구조를 도시한 도면,

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 패킷 송신기와 패킷 수신기가 FCT(Fast Concurrent Transfer)로 패킷을 다중 경로들을 통해 전송하는 방식을 설명하기 위한 도면,

도 3는 본 발명의 일 실시예에 따라 패킷 송신기와 패킷 수신기가 RCT(Reliability Concurrent Transfer)로 패킷을 다중 경로를 통해 전송하는 방식을 설명하기 위한 도면,

도 4는 본 발명의 실시 예에 따라 적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송하는 적응적 비디오 스트리밍 시스템의 블록 구성도,

도 5는 본 발명의 실시 예에 따라 패킷 수신기의 버퍼 상태 정보를 설명하기 위한 도면,

도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 패킷 송신기의 동작 흐름도,

도 7은 도 6의 618단계의 상세 동작 흐름도,

도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 적응적 비디오 스트리밍 동시 전송에 대한 수도 코드를 나타낸 도면,

도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 패킷 수신기의 동작 흐름도,

도 10과 도 11은 본 발명의 실시 예에 대한 성능 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 이하의 내용은 단지 본 발명의 원리를 예시한다. 그러므로 당업자는 비록 본 명세서에 명확히 설명되거나 도시되지 않았지만 본 발명의 원리를 구현하고 본 발명의 개념과 범위에 포함된 다양한 장치를 발명할 수 있는 것이다. 또한, 본 명세서에 열거된 모든 조건부 용어 및 실시 예들은 원칙적으로, 본 발명의 개념이 이해되도록 하기 위한 목적으로만 명백히 의도되고, 이와 같이 특별히 열거된 실시 예들 및 상태들에 제한적이지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0024] 또한, 본 발명의 원리, 관점 및 실시 예들뿐만 아니라 특정 실시 예를 열거하는 모든 상세한 설명은 이러한 사항의 구조적 및 기능적 균등물을 포함하도록 의도되는 것으로 이해되어야 한다. 또한 이러한 균등물들은 현재 공지된 균등물뿐만 아니라 장래에 개발될 균등물 즉 구조와 무관하게 동일한 기능을 수행하도록 발명된 모든 소자를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0025] 따라서, 예를 들어, 본 명세서의 블록도는 본 발명의 원리를 구체화하는 예시적인 회로의 개념적인 관점을 나타내는 것으로 이해되어야 한다. 이와 유사하게, 모든 흐름도, 상태 변환도, 의사 코드 등은 컴퓨터가 판독 가능한 매체에 실질적으로 나타낼 수 있고 컴퓨터 또는 프로세서가 명백히 도시되었는지 여부를 불문하고 컴퓨터 또는 프로세서에 의해 수행되는 다양한 프로세스를 나타내는 것으로 이해되어야 한다.

[0026] 프로세서 또는 이와 유사한 개념으로 표시된 기능 블록을 포함하는 도면에 도시된 다양한 소자의 기능은 전용 하드웨어뿐만 아니라 적절한 소프트웨어와 관련하여 소프트웨어를 실행할 능력을 가진 하드웨어의 사용으로 제공될 수 있다. 프로세서에 의해 제공될 때, 상기 기능은 단일 전용 프로세서, 단일 공유 프로세서 또는 복수의 개별적 프로세서에 의해 제공될 수 있고, 이들 중 일부는 공유될 수 있다.

- [0027] 또한 프로세서, 제어 또는 이와 유사한 개념으로 제시되는 용어의 명확한 사용은 소프트웨어를 실행할 능력을 가진 하드웨어를 배타적으로 인용하여 해석되어서는 아니되고, 제한 없이 디지털 신호 프로세서(DSP) 하드웨어, 소프트웨어를 저장하기 위한 롬(ROM), 램(RAM) 및 비 휘발성 메모리를 암시적으로 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 주지관용의 다른 하드웨어도 포함될 수 있다.
- [0028] 본 명세서의 청구범위에서, 상세한 설명에 기재된 기능을 수행하기 위한 수단으로 표현된 구성요소는 예를 들어 상기 기능을 수행하는 회로 소자의 조합 또는 펌웨어/마이크로 코드 등을 포함하는 모든 형식의 소프트웨어를 포함하는 기능을 수행하는 모든 방법을 포함하는 것으로 의도되었으며, 상기 기능을 수행하도록 상기 소프트웨어를 실행하기 위한 적절한 회로와 결합된다. 이러한 청구범위에 의해 정의되는 본 발명은 다양하게 열거된 수단에 의해 제공되는 기능들이 결합되고 청구항이 요구하는 방식과 결합되기 때문에 상기 기능을 제공할 수 있는 어떠한 수단도 본 명세서로부터 파악되는 것과 균등한 것으로 이해되어야 한다.
- [0029] 상술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술 분야에서 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 발명의 다양한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0030] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 자세히 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.
- [0031] 만일 정의되지 않더라도, 여기서 사용되는 모든 용어들(기술 혹은 과학 용어들을 포함)은 이 발명이 속한 종래 기술에서 보편적 기술에 의해 일반적으로 수용되는 것과 동일한 의미가 있다. 일반적인 사전들에 의해 정의된 용어들은 관련된 기술 그리고/혹은 본 출원의 본문에 의미하는 것과 동일한 의미를 갖는 것으로 해석될 수 있고, 그리고 여기서 명확하게 정의된 표현이 아니더라도 개념화되거나 혹은 과도하게 형식적으로 해석되지 않을 것이다. 본 명세서에서 사용된 용어는 실시 예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다.
- [0032] 실시간 비디오 재생은 UDP 전송을 기반으로 하며, 패킷 손실에 따른 재전송을 위한 ACK 정책으로 구성된다. 재전송과 혼잡 제어(congestion control)로 인하여 상대적으로 느린 전송 기법인 TCP 기반 전송 기법에 반해, UDP 기반의 전송은 신뢰성이 높은 기법은 아니나, 헤더의 크기가 작고 재전송에 대한 부담이 적다. 따라서 본 명세서에서는 UDP 기반의 전송을 기반으로, 손실 패킷에 대한 ACK와 다중 경로(multi path) 전송을 통해 신뢰성을 확보한다.
- [0033] 본 발명에서는 실시간 비디오 영상의 인코딩(encoding)과 디코딩(decoding)을 위한 비디오 코덱(video Codec)으로 H.264를 사용한다. 이 때 H.264은 서비스 지원을 위한 최소의 해상도(resolution) 이상을 지원하며, 인코딩 율(encoding rate)를 r kbps라고 가정한다. 스트리밍을 위한 비디오 데이터(Video data)는 화상 집합들(Group of Pictures: GOP)로 구성되며, 하나의 GOP는 1개의 I 프레임(frame)과 $F-1$ 개의 P 또는 B 프레임(frame)으로 구성된다. I 프레임은 P 프레임보다 더욱 중요한 프레임이며, I 프레임의 전송 여부는 비디오의 사용자 체감 품질(Quality of Experience: QoE) 측정에 더욱 치명적이다.
- [0034] 본 발명에서는 프레임을 구성하는 패킷(packet)의 길이는 L bits로 가정한다. 그리고, 패킷 송신단과 패킷 수신단 사이는 M 개의 경로(path)들로 구성되어 있으며, m 은 각 경로(path)의 순서(index)를 나타내며, 1부터 M 까지 $(1 \leq m \leq M)$ 의 순서로 정해지며, 1부터 M 까지의 각 경로는 데이터 율(data rate) d_m 순으로 순서가 정해진다 $(d_1 \leq d_2 \leq \dots \leq d_M)$. 그리고, 본 발명에서는 각 경로는 서로 독립적으로, 서로 영향을 받지 않는다고 가정한다. 본 발명에서는 패킷 송신기에서 패킷을 송신할 때 고려하는 경로(path)의 여러 특성 중 데이터 율(data rate)과 패킷 손실율(packet loss rate)(PLR)의 특성을 고려하기로 하며, 그에 따라 경로 m (path m)의 데이터 율(data rate)과 패킷 손실율(PLR)은 각각 d_m

Mbps, π_m 으로 표현한다.

- [0035] 다중 경로 기반의 통신은 패킷이 전달되는 경로 간의 발생되는 다른 딜레이로 인해 패킷 송신기로부터 패킷 수신기까지의 패킷의 도착 시간이 달라지며, 이로 인해 많은 문제점이 발생한다. 구체적으로, 서로 다른 패킷 전송율을 갖는 다중 경로를 통해 전송될 경우, 상대적으로 빠른 경로를 통한 패킷의 전송이 성공될 경우에는 상대적으로 느린 경로를 통해서도 패킷이 전송되는 중에도 불구하고, 패킷 수신기로부터 ACK이 패킷 송신기로 전송됨으로 인해, ACK 트래픽의 증가와 잦은 재전송이 발생하게 된다.
- [0036] 따라서, 본 발명에서는 패킷 수신기가 완료되면 패킷 수신기가 패킷 송신기로 ACK를 전송하는 방식과는 달리, 패킷 수신기가 프레임에 포함된 모든 패킷의 전송이 완료될 때까지 기다린 후 실패 패킷에 대한 ACK를 패킷 송신기로 전송한다. 그리고, 본 발명에서는 패킷 송신기는 패킷 수신기의 버퍼에 버퍼링된 프레임의 양에 따라 패킷의 재전송 여부를 결정한다. 이 때, ACK는 모든 경로를 활용하여 패킷에 대한 신뢰성(reliability)를 확보한다.
- [0037] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 경로(105, 110, 115, 120)를 통해 인터넷(130)에 연결된 패킷 송신단(100)과 패킷 수신단(150)과 송신단 간의 네트워크 구조를 도시한 도면이다.
- [0038] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 패킷 송신기와 패킷 수신기가 FCT(Fast Concurrent Transfer)로 패킷을 다중 경로들을 통해 전송하는 방식을 설명하기 위한 도면이다.
- [0039] 도 1에서 패킷 송신기(TX)는 2개의 경로(105, 110)를 통해 네트워크에 연결되어 3개의 패킷들(P1(210), P2(220), P3(230))로 구성된 프레임을 송신하고, 패킷 수신기(RX)는 2개의 경로(115, 120)를 통해 상기 3개의 패킷들인 P1, P2, P3을 수신한다.
- [0040] 본 발명에서 FCT는 최단 시간에 가장 많은 패킷을 전송하여 데이터 율(data rate)를 최대화 하는 것을 목표로 한다.
- [0041] 도 2에서 T_{L1} (201)과 T_{L2} 는 경로 1(105)와 경로 2(110) 각각의 전송 지연(Transmission delay)을 나타내며, $T_{Lm} = L/d_m$ 와 같이 나타낼 수 있다. T_{prop} (202)와 T_{proc} (203)는 각각 전파 지연(propagation delay)(202)와 처리 지연(processing delay)(203)을 각각 나타내며, 도 2에서 데이터 전송과 ACK 전송 시의 T_{prop} 는 동일하다고 가정한다. T_{ACK} (204)는 ACK 전송 시 발생하는 전송 지연(transmission delay)이다. 그리고, 본 발명에서 RTT(Round Trip Time) $\beta = 2T_{prop} + T_{proc} + T_{ACK}$ 로 정의한다. 도 1에서 참조번호 240, 250, 260은 P1(210), P2(220), P3(230)가 각각 전파 지연(T_{prop})만큼 지연된 것을 보여주고, 참조번호 280, 285는 P1, P2에 대한 ACK(270)과 P3에 대한 ACK(275)가 각각 전파 지연(T_{prop})만큼 지연된 것을 보여준다.
- [0042] 상술한 바와 같이 FCT에서는 데이터 율의 최대화를 목적으로 하기 때문에, 느린 경로(slow path)로 인한 지연이 허용되지 않는다. 따라서 패킷 송신기는 FCT로 복수 개의 경로를 통해 프레임을 송신할 때, 가장 빠른 경로의 마지막 패킷이 전송 완료 되기 전에 느린 경로의 마지막 패킷을 전송할 필요가 있다. 그에 따라 도 1에서도 패킷 송신기(TX)는 경로 1(105)를 통해 P2(220)의 전송이 완료되기 전에, 경로 2(110)를 통해 P3(230)의 전송이 완료된다.
- [0043] 그리고, 본 발명의 실시 예에 따라 FCT를 통해 프레임을 전송했을 때의 재전송을 고려한 데이터 처리율(throughput) d_{FCT} 과 프레임 손실율(frame loss rate) R_{FCT} 는 아래의 <수학식 1>과 같이 표현 가능하다.

수학식 1

$$\begin{aligned} \text{maximize } d_{FCT} &= \frac{(1 - R_{FCT})PL}{RTT_{FCT}} \\ RTT_{FCT} &= F\left(\min\left(\max(n_{FCT,1}T_1, \dots, n_{FCT,M}T_M)\right)\right) + \beta \\ R_{FCT} &= 1 - \prod_{p=1}^P \prod_{m=1}^M (1 - \pi_{p,m}) = 1 - \prod_{m=1}^M (1 - \pi_{p,m})^{(n_{FCT,m}P)} \\ 1 &= \sum_{m=1}^M n_{FCT,m} \end{aligned}$$

[0044]

[0045]

이 때, 상기 <수학식 1>에서 $n_{FCT,m}$ 은 경로(path) m 으로 전송하는 패킷의 비율, P 는 프레임 당 평균 패킷의 개수이며, 프레임 내 패킷은 p 로 나타낸다 ($1 \leq p \leq P$). d_{FCT} 는 스탑 앤 웨이트(stop and wait)의 ACK 기반의 데이터 처리율(throughput)을 이용하였으며, RTT_{FCT} (205)의 $\min(\max(n_{FCT,1}T_1, n_{FCT,2}T_2, \dots))$ 는 프레임 전송(재전송) 시 가장 오래 걸리는 경로의 지연을 최소화 함을 의미한다. 이 때, d_{FCT} 를 최대화 할 수 있도록 각 경로의 패킷 전송 비율을 $n_{FCT,1} : n_{FCT,2} : \dots : n_{FCT,M} = r_1 : r_2 : \dots : r_M$ 으로 결정한다. FCT의 프레임 손실율(frame loss rate)은 모든 패킷의 전송 성공을 제외한 값이다.

[0046]

도 3는 본 발명의 일 실시예에 따라 패킷 송신기와 패킷 수신기가 RCT(Reliability Concurrent Transfer)로 패킷을 다중 경로를 통해 전송하는 방식을 설명하기 위한 도면이다. 도 2와 같이 패킷 송신기와 패킷 수신기는 2개의 경로들로 연결되어 있으며, 3개의 패킷들로 구성된 프레임을 전송한다.

[0047]

RCT는 동일 패킷(packet)을 복수의 경로(path)들을 통해 전송하여 신뢰도를 확보하는 전송 기법이다. 도 3에서는 경로 1(path 1)(105)을 통해 P1(301), P2(302), P3(303)을 전송하였지만, 참조번호 304와 같이 전송한 P2가 손실되었음에도 불구하고, 경로 2(path 2)(110)를 통해 P2(305)를 전송하였기 때문에, 패킷 송신기는 P2에 대한 추가적인 재전송(retransmission)을 할 필요가 없다. 도 3에서와 같이 RCT의 전송은 가장 빠른 경로(도 3에서는 경로 1(105))를 통해 프레임의 모든 패킷들을 전송하는 동시에 다른 경로를 통해 복수의 패킷을 복사하여 전송한다. 도 3에서는 경로 2(110)을 통해서 P2를 복사하여 전송했으며, 참조번호 306, 307은 경로 1(105)을 통해 전송한 P1(301), P3(303)의 전파 지연으로 인한 지연을 나타내며, 참조번호 308은 경로 2(110)를 통해 전송한 P2(305)의 전파 지연으로 인한 지연을 나타낸다. 이 때, RCT로 패킷을 전송했을 때의 데이터 처리율(throughput)는 가장 빠른 경로의 데이터 처리율(throughput)과 동일하게 유지되게끔 다른 경로를 통해 전송하는 패킷의 개수와 RTT_{RCT} (310)를 아래의 <수학식 2>에 따라 결정한다.

수학식 2

$$\begin{aligned} \text{minimize } R_{RCT} &= 1 - \prod_{p=1}^P \left(1 - \prod_{m=1}^M x_{p,m} \pi_m\right) \\ d_{RCT} &= \frac{(1 - R_{RCT})PL}{RTT_{RCT}} \\ RTT_{RCT} &= FT_1 + \beta \end{aligned}$$

[0048]

[0049]

상기 <수학식 2>에서 $x_{p,m}$ 은 패킷 p 를 경로 m 으로 전송했을 경우에는 1, 아닌 경우에는 $1/\pi_m$

을 의미한다. RCT에서의 패킷 손실(packet loss)는 모든 복사 패킷의 손실을 의미한다. FCT와 마찬가지로 가장 빠른 경로의 마지막 패킷이 전송 되기 전 모든 패킷의 전송이 완료되도록 각 경로로 전송되는 패킷의 비율 $n_{RCT,m}$ 을 결정한다. 이 후, heuristic 하게 $x_{p,m}$ 을 탐색한다.

[0050] 본 발명의 실시 예에 따른 FCT와 RCT는 모두 패킷 송신기가 프레임을 전송 완료한 후에, 패킷 수신기가 프레임에 대한 ACK를 패킷 송신기로 전송함으로써, 손실 패킷에 대한 보고를 전송하고 각 경로의 데이터율(data rate) d_m 과 프레임 손실율(frame loss rate) R_m 도 패킷 송신기로 전송한다.

[0051] 이하에서는 상술한 바와 같이 패킷 송신기와 패킷 수신기 간의 다중 경로들로 인한 패킷의 지연이 발생함으로써, 본 발명의 실시 예에서는 패킷 정렬(Packet ordering)을 위해 패킷 수신기가 버퍼를 포함하고, 패킷 송신기가 상기 패킷 수신기의 버퍼 내의 프레임의 양에 따라 비디오 데이터 프레임의 적응적 비디오 스트리밍을 수행하는 실시 예에 대해 상세히 설명하기로 한다.

[0052] 도 4는 본 발명의 실시 예에 따라 적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송하는 적응적 비디오 스트리밍 시스템의 블록 구성도이다.

[0053] 도 4에서 참조번호 400은 본 발명의 실시 예에 따라 비디오 데이터 프레임의 패킷을 송신하는 패킷 송신기의 블록 구성도이고, 참조번호 450은 본 발명의 실시 예에 따라 패킷 송신기로부터 전달된 패킷을 수신하고, 사용자에게 적응적 비디오 스트리밍 서비스를 제공하는 패킷 수신기의 블록 구성도이다.

[0054] 패킷 송신기(400)의 프로세서(402)는 본 발명의 실시 예에 따라 패킷 수신기(450)로 패킷을 송신하고, 실패 패킷에 대한 재전송 등에 관한 전반적인 동작을 수행한다. 구체적으로, 패킷 송신기(400)의 프로세서(402)는 패킷 수신기(450)로 전송될 패킷을 생성하고, 패킷이 전송될 무선 환경의 상태를 파악하고, 초기의 FCT, RCT 모드로 전송할 패킷들을 결정한 후, 패킷 수신기(450)의 버퍼 상태에 따라 FCT, RCT 모드로 전송할 패킷들을 가변한다. 또한, 패킷 송신기(400)의 프로세서(402)는 상기 비디오 프레임의 전송이 완료된 후 패킷 수신기(450)로부터 수신된 ACK에 따라 패킷의 재전송을 수행한다. 그리고, 패킷 송신기(400)의 송수신부(404)는 상기 프로세서(402)의 제어에 따라 패킷의 전송/재전송을 수행하고, 상기 패킷 수신기(450)로부터의 ACK 패킷을 수신하여 프로세서(402)로 전송한다.

[0055] 패킷 수신기(450)의 송수신부(452)는 상기 패킷 송신기(400)로부터 송신된 패킷들을 수신하고, 프로세서(454)에서 생성된 실패 패킷에 대한 ACK 패킷을 상기 패킷 송신기(400)로 전송한다. 패킷 수신기(450)의 프로세서(454)는 상기 패킷 송신기(400)로부터 수신된 패킷들을 큐잉(Queing)하기 위한 버퍼(458)를 생성한다. 그리고, 패킷 수신기(450)의 프로세서(454)는 프레임의 전송이 완료되면, 상기 버퍼(458)에 버퍼링된 패킷을 통해 실패 패킷을 식별하고, 실패 패킷에 대한 ACK 패킷을 송수신부(452)를 통해 패킷 송신기(400)로 전송한다. 또한, 프로세서(454)는 버퍼(458)의 프레임을 디코딩한 후, 표시부(456)를 통해 사용자에게 적응적 비디오 스트리밍 서비스를 제공한다.

[0056] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따라 패킷 수신기(450)의 버퍼(458) 상태 정보를 설명하기 위한 도면이다.

[0057] 도 5에서는 2개의 경로(Path 1, Path 2)를 통해 수신된 패킷들이 프로세서(454)에 의해 버퍼(458)에 입력되는데, 이때 패킷 수신기(450)의 버퍼(458)의 크기는 스트리밍 서비스의 제한 시간(time constraint) H ms 에 의존하며, 전송 후 재생까지 걸리는 종단 간의 지연(end-to-end delay)이 H ms을 초과하지 않도록 아래의 <수학식 3>과 같이 설정한다.

수학식 3

$$\frac{F_{BUF}PL}{r} + \frac{PL}{\min\{d_{RCT}, d_{FCT}\}} + T_{prop} + T_{proc} \leq H$$

[0058]

[0059] 상기 <수학식 3> 만족하는 버퍼(458) 내 프레임의 개수 F_{BUF} 의 최대값을 버퍼(458)의 크기(501)를 BUF 로 설정한다. 재전송 임계 값(502)(R_{th})는 스톨링(stalling) 없이 재전송이 가능한 최대의

F_{BUF} 로 설정한다.

수학적식 4

$$\frac{F_{BUF}PL}{r} \leq \frac{PL}{\min\{d_{RCT}, d_{FCT}\}} + \max\{RTT_{RCT}, RTT_{FCT}\}$$

[0060]

[0061]

이 때, 패킷 수신기(450)의 프로세서(454)는 버퍼(458) 내 첫 프레임부터 RTH 번째 프레임에 대해서는 플레이아웃 스톨링(playout stalling)을 방지하기 위해 재전송 요구를 하지 않는다.

[0062]

도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 패킷 송신기(400)의 동작 흐름도이다.

[0063]

602단계에서 패킷 송신기(400)는 패킷 수신기(450)로부터 비디오 스트리밍 서비스 요청을 수신하면, 604단계에서 패킷들이 전송될 무선 경로들의 상태 정보들을 확인한다. 그리고, 606단계에서 다중 경로들로 패킷들을 전송할 전송 모드를 결정하는데, 본 발명에서는 FCT를 제1 전송 모드로, RCT를 제2 전송 모드로 결정한다.

[0064]

608단계에서 패킷 송신기(400)는 상기 606단계에서 결정된 각 전송 모드 (FCT, RCT)별 전송 속도와 프레임 손실율(Frame Loss Rate)(FLR)을 측정하고, 612단계에서는 상기 측정된 전송 모드 별 전송 속도와 FLR을 이용하여 제1 전송 모드로 전송할 패킷들과 제2 전송 모드로 전송할 패킷들의 비율을 결정하고, 614단계에서는 상기 결정된 비율로 패킷들을 패킷 수신기(450)로 전송한다.

[0065]

그리고, 616단계에서 패킷 송신기(400)는 패킷 수신기(450)로부터 버퍼 상태 정보를 수신하면, 618단계에서 상기 버퍼 상태 정보에 따라 제1 전송 모드와 제2 전송 모드로 전송할 패킷들의 비율을 계산한다. 이때 상기 612단계에서 각 모드 별로 전송할 패킷들의 비율을 결정하는 것은 패킷 전송 초기에 패킷 송신기(400)가 측정한 무선 경로들의 상태에 의해 결정되는 것이고, 618단계에서의 각 모드 별로 전송할 패킷들의 비율을 결정하는 것은 패킷 송신기(400)가 실제 패킷의 송신 후, 패킷 수신기(450)로부터 수신한 버퍼 상태 정보에 따라 제1 전송 모드 및 제2 전송 모드로 전송할 패킷들의 비율을 가변하는 것이다. 상기 618단계에서 패킷 송신기(400)가 버퍼 상태 정보에 따라 각 전송 모드 별로 전송할 패킷의 비율을 가변하는 과정은 후술할 도 7을 통해 상세히 설명하기로 한다.

[0066]

620단계에서 패킷 송신기(400)는 상기 618단계에서 계산된 제1 전송 모드와 제2 전송 모드의 비율에 따라 패킷들을 패킷 수신기(450)로 전송하고, 622단계에서 비디오 데이터 프레임 전송이 완료되었는지를 검사한다. 상기 622단계에서 패킷 송신기(400)는 프레임 전송이 완료되었다면, 624단계에서 프레임 ACK를 패킷 수신기(450)로부터 수신하고, 프레임 전송이 완료되지 않았다면, 616단계로 진행한다. 626단계에서 패킷 송신기(400)는 각 경로별 데이터 전송 속도 및 프레임 손실율을 수신하고, 628단계에서 패킷 송신기(400)는 상기 616단계에서 수신한 버퍼 상태 정보로부터 버퍼 내 프레임 수(F_{BUF})와 재전송 임계 값(R_{TH})을 비교한다. 상기 628단계의 비교 결과, 상기 버퍼 내 프레임 수(F_{BUF})가 재전송 임계 값(R_{TH}) 보다 크다면, 630단계에서 실패 패킷을 재전송하고, 상기 버퍼 내 프레임 수(F_{BUF})가 재전송 임계 값(R_{TH}) 보다 크지 않다면, 패킷 수신기(450)의 플레이아웃 스톨링을 방지하기 위해 632단계에서 실패 패킷 재전송을 보류한다.

[0067]

도 7은 도 6의 618단계의 상세 동작 흐름도이다.

[0068]

본 발명의 실시 예에서 버퍼(458)의 상태는 버퍼(458) 내 프레임의 개수(F_{BUF})와 프레임의 증가 폭에 따라 4가지의 상태로 분류되고, 그 상태에 따라 패킷 송신기(400)가 전송할 패킷의 전송 모드가 가변된다.

[0069]

그 4가지 상태 중 제1상태는 상기 버퍼(458) 내 프레임의 개수(F_{BUF})가 재전송 임계 값(R_{TH})보다 작거나 같고, 상기 버퍼 진입 속도가 상기 프레임의 인코딩 속도보다 느린 상태이고, 제2 상태는 상기 버퍼(458) 내 프레임의 개수가 상기 재전송 임계 값보다 작거나 같고, 상기 버퍼 진입 속도가 상기 프레임의 인코딩 속도보다 빠른 상태이고, 제3 상태는 상기 버퍼(458) 내 프레임의 개수가 상기 재전송 임계 값보다 크고, 상기 버퍼 진입 속도가 상기 프레임의 인코딩 속도보다 느린 상태이고, 제4 상태는 상기 버퍼(458) 내 프레임의 개수가 상기 재전송 임계 값보다 크고, 상기 버퍼 진입 속도가 상기 프레임의 인코딩 속도보다 빠른 상태를 의미한다.

[0070]

도 7의 702단계에서 패킷 송신기(400)는 버퍼 내 프레임 수(F_{BUF})가 재전송 임계 값(R_{TH}) 보다 작거나 같으면,

704단계에서 버퍼 진입 속도와 인코딩 속도를 비교한다. 상기 704단계의 비교 결과, 버퍼 진입 속도가 인코딩 속도보다 작거나 같다면, 패킷 송신기(400)는 패킷 수신기(450)의 버퍼(458)의 상태를 제1 상태라고 판단하고, 714단계에서 데이터 처리율(throughput) 향상을 위한 비디오 스트리밍 정책을 적용한다. 714단계에서 패킷 송신기(400)가 데이터 처리율 향상을 위한 비디오 스트리밍 정책을 적용하는 이유는 제1 상태가 지속될 경우에는 패킷 수신기(450)의 버퍼(458)에 버퍼링된 프레임이 바닥나면서 플레이아웃 스톨링(playout stalling)이 발생할 수 있다고 예상되기 때문이다. 이러한 경우에는 패킷 송신기(400)는 RCT 보다 FCT로 전송할 패킷들의 비율을 늘려서 전송하는 것이 바람직하다. 그리고, 716단계에서 패킷 송신기(400)는 패킷 수신기(450)에 플레이아웃 스톨링(playout stalling)이 발생할 수 있다고 예상되면, 제2 상태로 진입이 필요하다고 판단하여 708단계로 진입한다.

[0071] 이때 상기 716단계에서 패킷 송신기(400)는 제1 상태(Case 1)가 지속될 경우, 패킷 수신기(450)의 버퍼(458)가 바닥나면서 곧 플레이아웃 스톨링(playout stalling)이 발생할 수 있으므로, 이를 방지하기 위해 제2 상태(case 2)로의 진입이 요구되고, 향후 화상 집합들(Group of Pictures)(GOP) 전송 시 아래의 <수학식 5>와 같은 데이터 처리율(throughput)의 향상을 위한 비디오 스트리밍 정책이 요구된다.

수학식 5

$$\text{minimize } R = \frac{\alpha R_{RCT} + (F - \alpha) R_{FCT}}{F}$$

$$\text{s.t. } d = \frac{\alpha d_{RCT} + (F - \alpha) d_{FCT}}{F} > r$$

[0072]

[0073] 상기 <수학식 5>에서 α 는 GOP내 RCT로 전송하는 프레임의 개수이다. 즉 패킷 송신기(400)는 인코딩 율(encoding rate) r 보다 데이터 처리율(throughput)을 증가시키는 조건 하에 패킷 손실 율(PLR)을 최소화

할 수 있는 α 를 탐색한다. 이 때, <수학식 5>의 목적식과 제한식은 weighted sum의 형태를 가진 monotonous decreasing linear function이며, 목적식을 만족하는

$$\alpha_{UB} = F(d_{FCT} - r) / (d_{FCT} - d_{RCT})$$

이다.

[0074]

반면, 상기 704단계에서 버퍼 진입 속도가 인코딩 속도보다 크다면, 706단계에서 패킷 송신기(400)는 버퍼(458)내 프레임이 재전송 임계 값(R_{th})를 넘지는 못했으나, 프레임의 개수는 증가하는 상태이므로 제2 상태로 판단하고, 708단계에서 제1 상태에 따른 비디오 스트리밍 정책을 유지한 후, 710단계에서 제3 상태에 따른 스트리밍 정책 변환이 필요한지를 판단하고, 상기 710단계에서 제3 케이스에 따른 스트리밍 정책 변환이 필요하다면, 722단계로 진입한다.

[0075]

즉, 상기 710단계에서 패킷 송신기(400)는 제2 상태가 지속될 경우, 패킷 수신기(458)의 버퍼가 가득 차 패킷이 드랍(drop)될 수 있는 상황이 곧 도래할 것임을 예측하고, 더 이상 데이터 처리율(throughput)의 최대화가 QoE의 향상에 영향을 주지 못하므로, 제3 상태에 따른 신뢰성을 높이기 위한 스트리밍 정책으로의 변환이 필요하다고 판단한 후, 제4 상태에 따른 비디오 스트리밍 정책으로 진입하게 된다.

[0076]

그리고, 상기 702단계에서 패킷 송신기(400)는 버퍼 내 프레임 수가 재전송 임계 값보다 크다면, 718단계에서 버퍼 진입 속도가 인코딩 속도보다 작거나 같은지를 판단한다. 상기 718단계에서의 검사결과 버퍼 진입 속도가 인코딩 속도보다 작거나 같다면, 패킷 송신기(400)는 720단계에서 패킷 수신기(450)의 버퍼 상태가 제3 상태임을 판단하고, 722단계에서 신뢰성(Reliability) 향상을 위한 스트리밍 정책으로 변경해야 한다고 판단하고, 724단계로 진입한다.

[0077]

724단계에서 패킷 송신기(400)는 아래의 <수학식 6>을 사용하여 패킷 손실 율(Packet loss rate)(PLR) 조건을 유지하면서, 데이터 율(data rate)를 최대화할 수 있는 RCT 전송할 프레임의 개수를 계산한다.

수학식 6

$$\begin{aligned} \text{maximize} \quad & d = \frac{\alpha d_{RCT} + (F - \alpha) d_{FCT}}{F} \\ \text{s.t.} \quad & R = \frac{\alpha R_{RCT} + (1 - \alpha) R_{FCT}}{F} \leq R_C \end{aligned}$$

[0078]

[0079]

상기 <수학식 6>에서 R_C 는 서비스의 reliability constraint이며, 상기 제1 상태와는 반대로, PLR 조건을 지키는 한도에서 데이터 율(data rate)을 최대화 하기 위한 Objective function을 만족시킬 수 있도록 α 를 탐색한다. <수학식 6>은 <수학식 5>의 목적식과 제한 식이 바뀐 형태로, <수학식 6>을 만족하는 $\alpha_{LB} = F(R_{FCT} - R_C) / (R_{FCT} - R_{RCT})$ 이다.

[0080]

반면, 상기 718단계에서 버퍼 진입 속도가 인코딩 속도보다 빠르다면, 패킷 송신기(400)는 726단계에서 패킷 수신기(450)의 버퍼 내 프레임의 개수가 재전송 임계 값(R_{TH})을 초과하였으나 감소하고 있는 상태(버퍼 상태가 제4 상태)라고 판단하고, 728단계에서 제3 상태에 따른 비디오 스트리밍 정책을 유지한다.

[0081]

상기 728단계에서 패킷 송신기(400)가 제3 상태에 따른 비디오 스트리밍 정책을 유지한다면, 패킷 수신기(450)의 버퍼(458) 상태는 다시 제1 상태로 진입할 것이며, 이러한 패킷 수신기(450) 버퍼의 상태 천이는 비디오 스트리밍이 완료될 때까지 반복된다.

[0082]

따라서, GOP내에 RCT로 전송하는 프레임의 개수의 범위는 $F(R_{FCT} - R_C) / (R_{FCT} - R_{RCT}) \leq \alpha \leq F(d_{FCT} - r) / (d_{FCT} - d_{RCT})$ 라고 할 수 있다. 정책에 따라 우선 순위가 높은 frame의 경우 RCT로 전송할 우선권을 가진다. 예를 들어, 본 발명의 실시 예에 따라 패킷 송신기(400)에서 송신되는 비디오 프레임의 인코딩/디코딩 방식이 H.264라면, I 프레임의 중요성은 P 프레임보다 높으므로, I 프레임의 $\alpha \geq 1$ 인 경우 I 프레임의 전송은 RCT로 실시할 수 있다.

[0083]

도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 적응적 비디오 스트리밍 동시 전송에 대한 수도 코드를 나타낸 도면이다. 도 8에서 알고리즘은 MACT 알고리즘을 사용하였으며, 패킷 송신기(400)가 GOP, 인코딩 율, 프레임 패킷의 평균 개수, P 프레임 패킷의 평균 개수, 패킷 길이 등의 정보를 입력받아, 각 버퍼 상태에 따른 비디오 스트리밍 정책을 적용하는 과정을 나타낸다.

[0084]

도 8에서 참조번호 802는 버퍼의 크기와 재전송 임계 값을 계산하는 것을 보여주고, 참조번호 804는 신뢰성있는 I 프레임 전송을 위해 α 를 1로 설정한 것을 알 수 있다.

[0085]

그리고, 참조번호 806에서 패킷 송신기(400)가 데이터 처리율(throughput)과 각 경로 별 패킷 손실을 정보를 획득한 후, 획득된 정보를 이용하여 패킷 수신기(450) 버퍼(458)의 상태를 판단하고, 그에 따른 비디오 스트리밍 정책을 적용한다.

[0086]

도 8은 도 7의 주요 단계들을 수도 코드로 나타낸 것으로, 도 8의 참조번호 808, 810, 812, 814, 816, 818, 820, 822, 824는 도 7의 702, 704, 714, 706, 708, 718, 720, 726, 728에 각각 대응된다.

[0087]

도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 패킷 수신기(450)의 동작 흐름도이다.

[0088]

902단계에서 패킷 수신기(450)는 패킷 송신기(400)로 비디오 스트리밍 서비스 요청을 하고, 904단계에서 상기 패킷 송신기(400)에 의해 측정된 무선 경로의 전송 속도, 스트리밍 서비스 제한 시간을 수신하고, 906단계에서 상기 전송 속도와 상기 스트리밍 서비스 제한 시간을 고려하여 버퍼를 생성한다.

[0089]

908단계에서 패킷 수신기(450)는 패킷 송신기(400)로부터 전송되는 패킷을 수신하고, 910단계에서 버퍼에 큐잉(Queing)한 후, 912단계에서 비디오 스트리밍 서비스를 사용자에게 제공한다. 914단계에서 패킷 수신기(450)는 버퍼의 상태를 확인하고, 916단계에서 패킷 송신기(400)로부터의 프레임 전송이 완료되었는지 여부를 검사한

후, 프레임 전송이 완료되었다면, 918단계에서 패킷 송신기(400)로부터 송신된 패킷들 중 실패 패킷 ACK, 각 경로별 데이터 전송 속도, 프레임 손실율을 패킷 송신기(400)로 송신한다.

[0090] 그리고, 패킷 수신기(450)는 920단계에서 상기 패킷 송신기(400)로부터 재전송 패킷이 수신되면, 922단계에서 버퍼에 큐잉한 후, 스트리밍 서비스를 사용자에게 제공한다. 도 10과 도 11은 본 발명의 실시 예에 대한 성능 그래프이다.

[0091] 본 발명의 실시 예에 대한 성능 평가를 위해 서비스를 위한 제한 시간은 150ms로 설정한다. GOP는 1개의 I frame과 9개의 P frame으로 구성되었다고 가정한다($F=10$). Test를 위한 Video는 동영상 압축 표준 중 H.264로 인코딩(encoding)하며, 30fps의 frame rate와 2 Mbps의 encoding rate로 설정한다. Packet size는 1400 Byte로 설정한다. 그리고, 패킷 송신단인 비디오 공급자(Video Provider)와 패킷 수신단(Packet Receiver) 사이에는 셀룰러 네트워크(cellular network)로 구성된 1개의 경로(Path 1)와 Wi-Fi로 구성된 1개의 경로(Path 2)를 포함하는 총 2개의 경로들(paths)이 존재한다고 가정한다. 이때, 경로 1(Path 1)의 데이터 율(data rate)과 PLR은 각각 1.8Mbps와 0.02이며, 경로 2(Path 2)의 데이터 율(data rate)과 PLR은 각각 1.2Mbps와 0.04라고 가정하기로 한다.

[0092] 도 10은 비디오 프레임에 대한 평균 데이터 처리율(average throughput)을 나타내는 그래프이다. 도 10에서 MACT(1002)와 FCT(1004)는 2Mbps의 인코딩 율(encoding rate)을 확보하였지만, RCT(1006)는 2Mbps의 인코딩 율(encoding rate)까지의 데이터 처리율(throughput)을 확보하지 못한 것을 확인할 수 있다. 이는 비디오 스트리밍 서비스를 제공할 시 비디오 프레임을 RCT로 전송할 경우 플레이아웃 스톨링(playout stalling) 현상이 발생할 수 있음을 의미한다.

[0093] 도 11은 원본 비디오 데이터를 각 전송 기법을 통해 스트리밍(streaming)한 영상의 구조적 유사성(structural similarity)(SSIM)을 나타내는 그래프이다. 도 11에서 단일 경로 UDP(Singlepath UDP)의 경우 평균 SSIM은 0.76, FCT(1106)의 평균 SSIM은 0.70이며, RCT(1104)의 평균 SSIM은 0.84, MACT(1108)의 평균 SSIM은 0.83으로 더 우수함을 확인할 수 있다. 상기 도 10과 도 11의 그래프와 같이 본 발명의 실시 예에 따른 MACT를 통해 비디오 프레임을 전송할 경우, FCT와 유사한 인코딩 율(encoding rate)를 만족시킬 수 있으며, RCT와 같이 원본 영상과의 SSIM을 높게 유지하는 것이 가능해짐에 따라 FCT의 장점과 RCT의 장점을 모두 보유한 우수한 기술임을 확인할 수 있다.

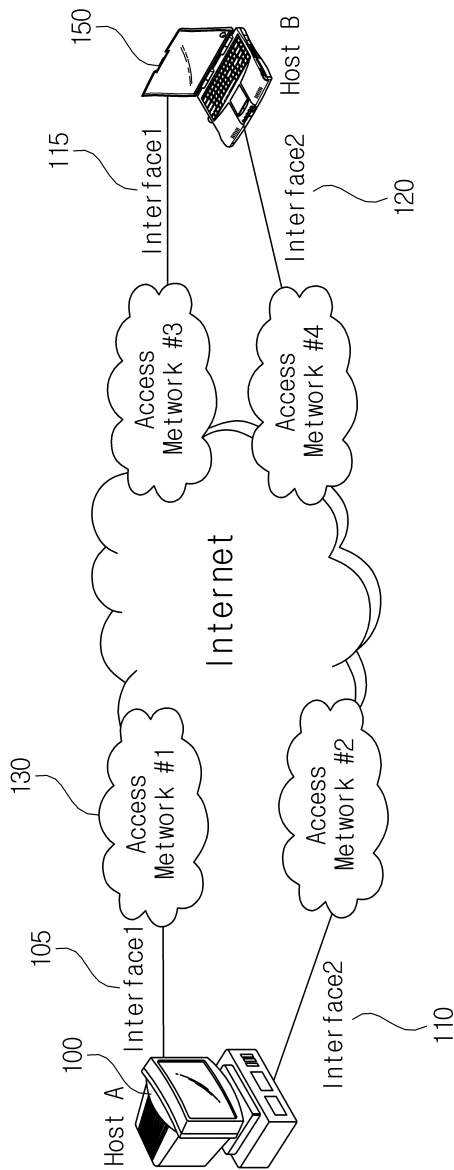
[0094] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다는 것을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

[0095] 또한, 상술한 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 동작 방법은 프로그램으로 구현되어 다양한 비일시적 판독 가능 매체(non-transitory computer readable medium)에 저장되어 제공될 수 있다. 비일시적 판독 가능 매체란 레지스터, 캐쉬, 메모리 등과 같이 짧은 순간 동안 데이터를 저장하는 매체가 아니라 반영구적으로 데이터를 저장하며, 기기에 의해 판독(reading)이 가능한 매체를 의미한다. 구체적으로는, 상술한 다양한 어플리케이션 또는 프로그램들은 CD, DVD, 하드 디스크, 블루레이 디스크, USB, 메모리카드, ROM 등과 같은 비일시적 판독 가능 매체에 저장되어 제공될 수 있다.

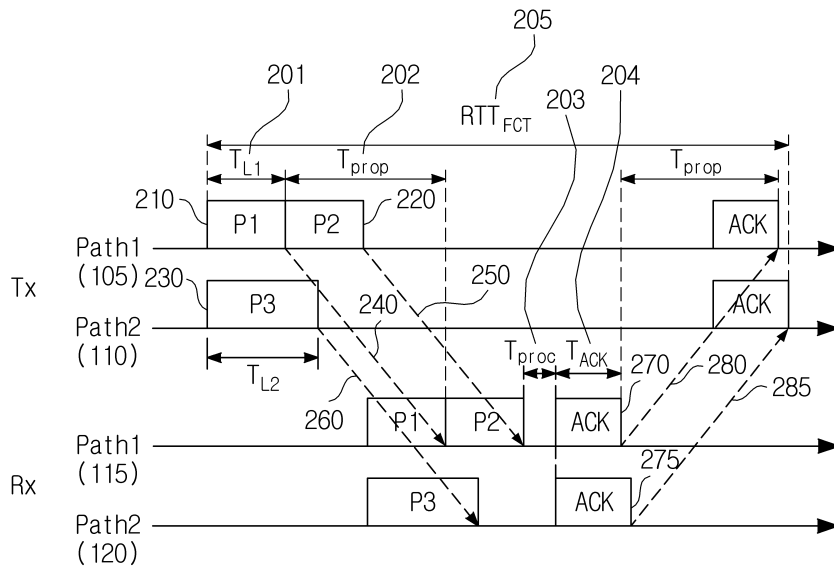
[0096] 또한, 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전방으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안될 것이다.

도면

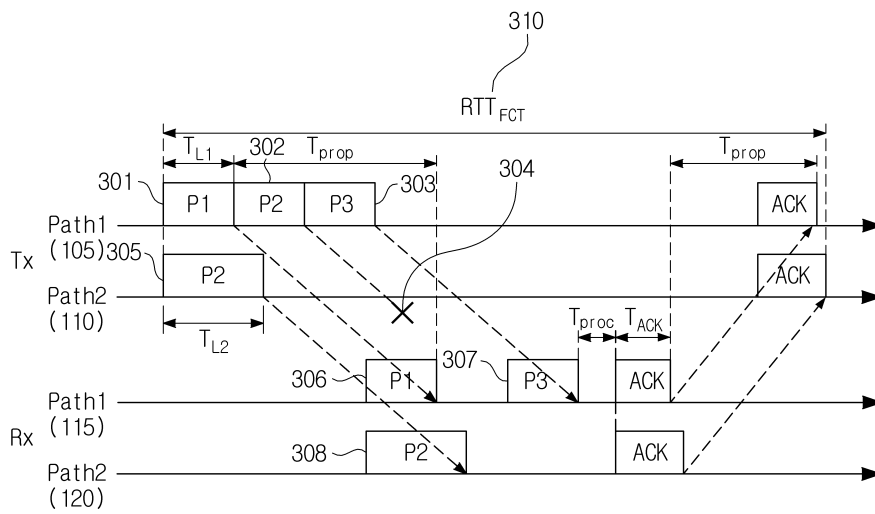
도면1



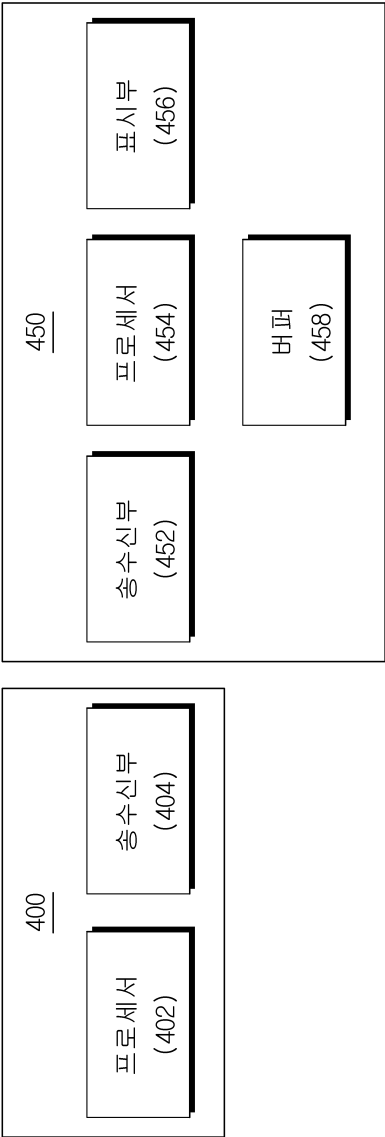
도면2



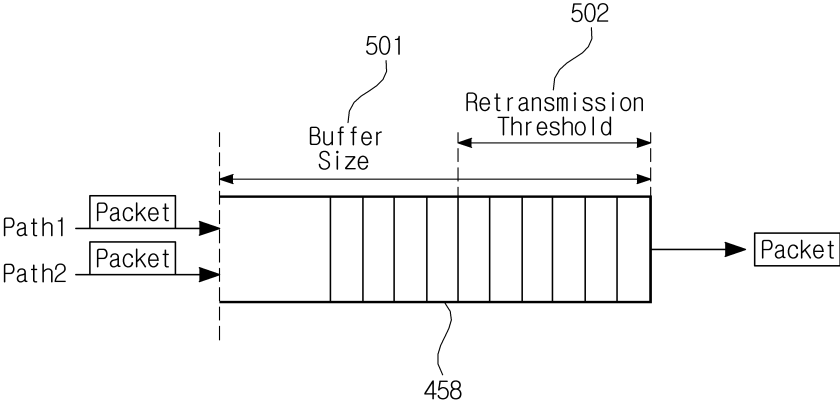
도면3



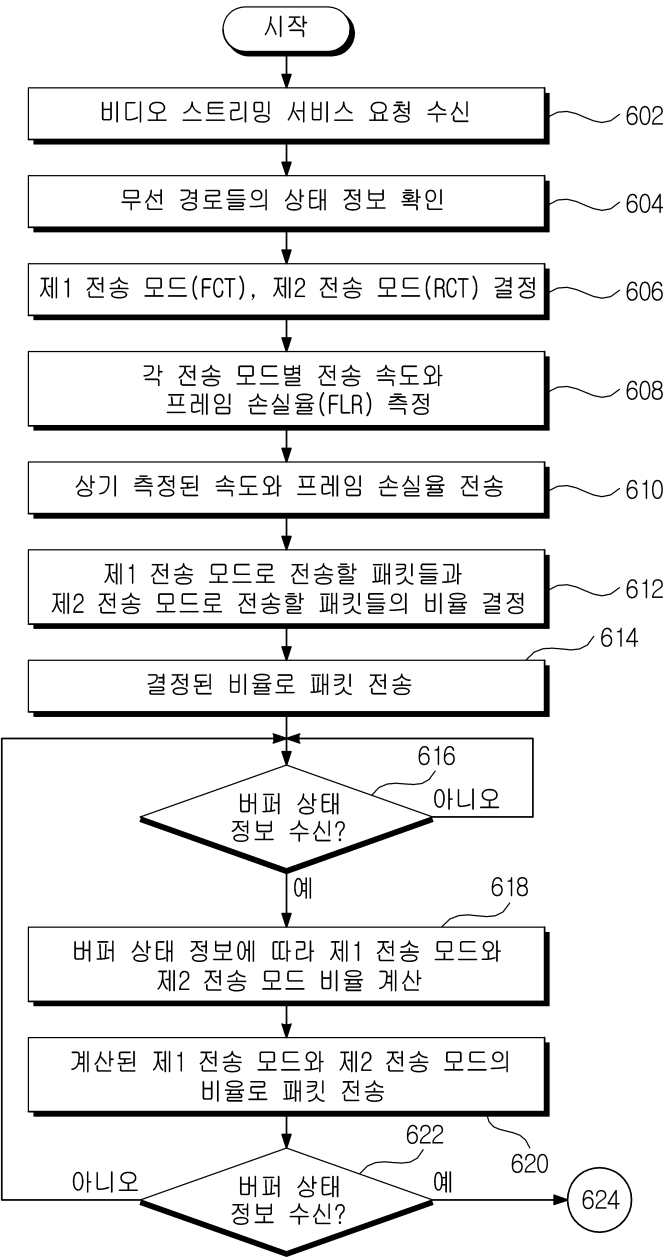
도면4



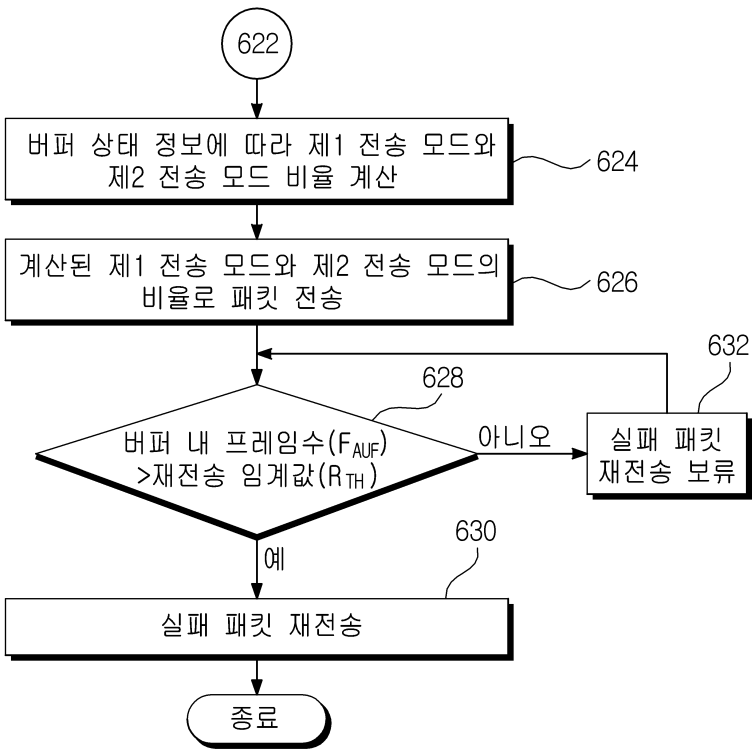
도면5



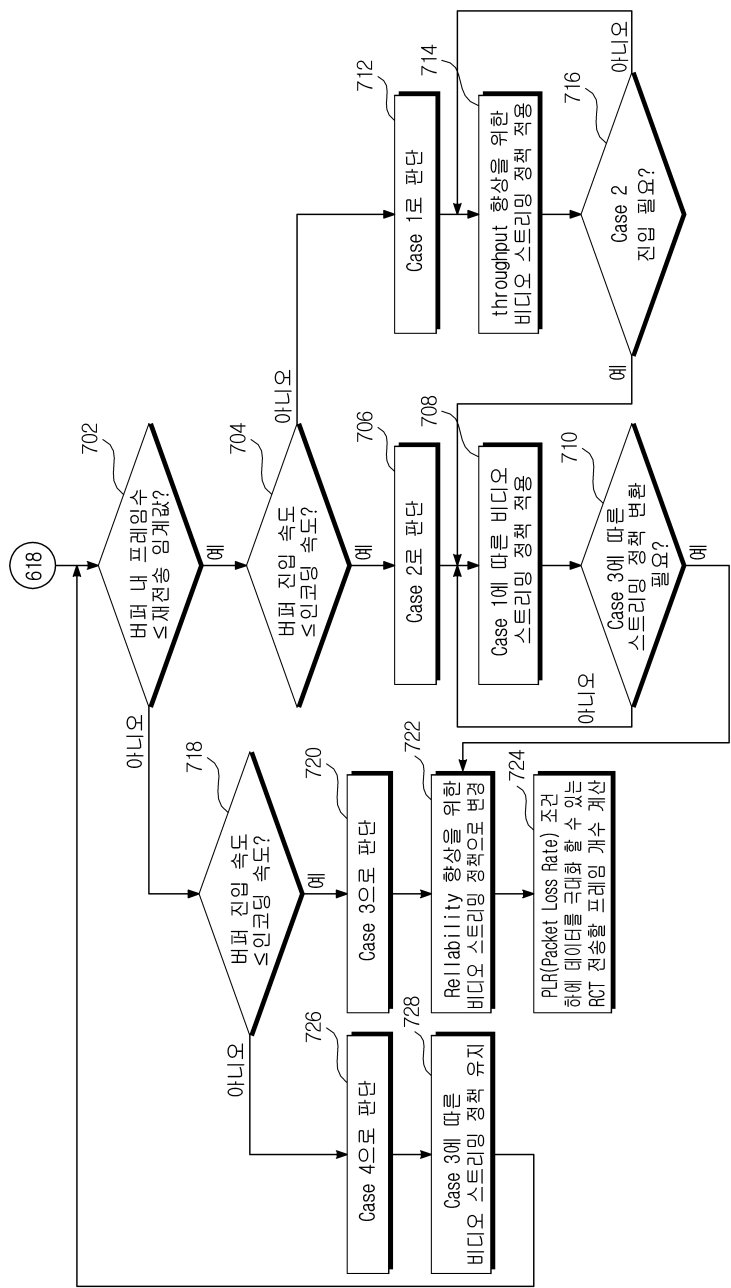
도면6a



도면6b



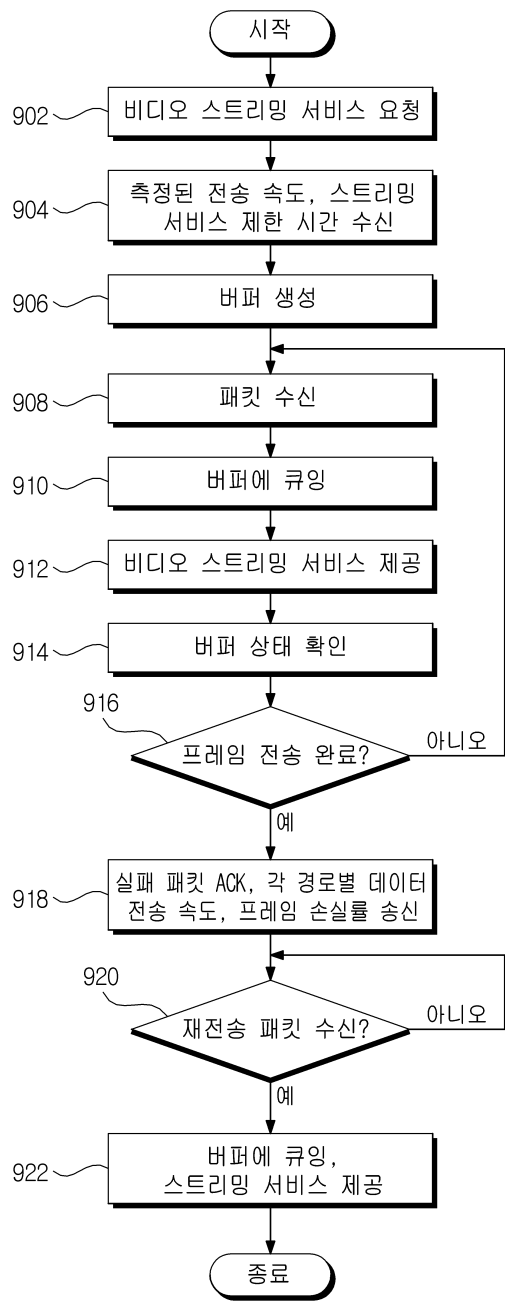
도면7



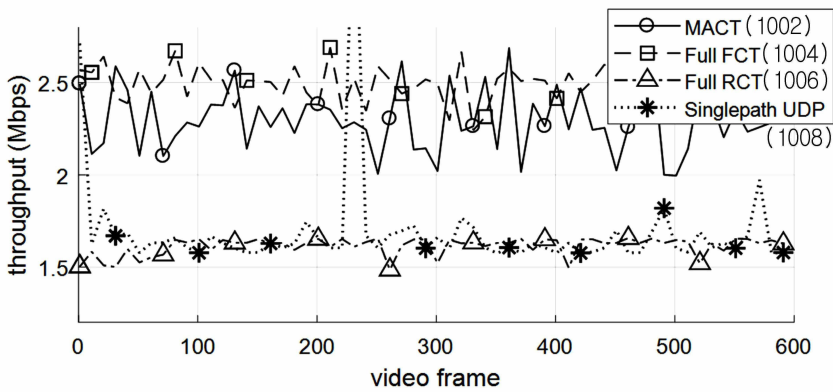
도면8

Algorithm1: MACT Algorithm	
Input GOP, Encoding rate, the average number of packets of frame, the average number of packets of P frame, Packet length	
802 ~	1. Compute Buffer Size and RTH
804 ~	2. Set $\alpha = 1$ for reliable frame transfer
	3. For video streaming do
806 ~	4. Get throughput and PLR of each path
808 ~	5. If $f_{BUF} \leq RTH$
810 ~	6. If case 1: $d \leq r$
812 ~	7. Apply the policy of case 1 using equation
814 ~	8. Else case 2:
816 ~	9. Maintain the policy of case 1
	10. Else
818 ~	11. If case 4: $d \leq r$
820 ~	12. Maintain the policy of case 3
822 ~	13. Else case 3:
824 ~	14. Apply the policy of case 3 using equation
	(y)

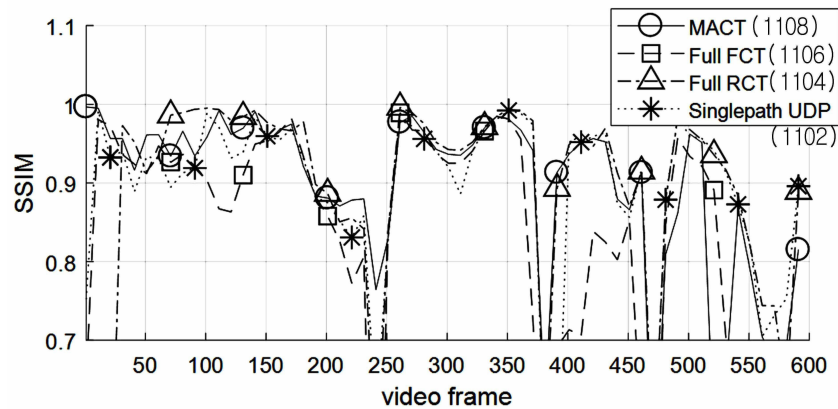
도면9



도면10



도면11



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 9

【변경전】

제7항에 있어서,

상기 버퍼의 상태가 상기 제3 상태라면,

상기 패킷 송신기는,

상기 패킷의 신뢰성(Reliability)를 높이기 위한 조건에 부합되도록 패킷 손실율(Packet loss rate)을 유지하면서 무선 경로의 데이터 율을 최대화시키는 조건에 부합되도록 상기 RCT로 전송할 프레임 개수를 계산하는 단계를 더 포함함을 특징으로 하는 적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송하는 적응적 비디오 스트리밍 방법.

【변경후】

제7항에 있어서,

상기 버퍼의 상태가 상기 제3 상태라면,

상기 패킷 송신기는,

상기 패킷의 신뢰성(Reliability)를 높이기 위한 조건에 부합되도록 패킷 손실율(Packet loss rate)을 유지하면서 무선 경로의 데이터 율을 최대화시키는 조건에 부합되도록 RCT로 전송할 프레임 개수를 계산하는 단계를 더 포함함을 특징으로 하는 적어도 둘 이상의 무선 경로들을 통해 비디오 데이터 프레임의 패킷을 전송하는 적응적 비디오 스트리밍 방법.