(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0058994
(43) 공개일자 2020년05월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 12/801 (2013.01) *H04L 12/26* (2006.01)
H04L 12/841 (2013.01)
(52) CPC특허분류
H04L 47/127 (2013.01)
H04L 43/0852 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0143779
(22) 출원일자 2018년11월20일
심사청구일자 2018년11월20일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
이경한
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
박신익
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
제일특허법인(유)

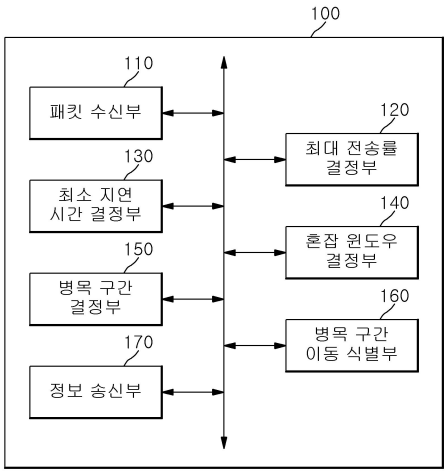
전체 청구항 수 : 총 24 항

(54) 발명의 명칭 **혼잡 제어 방법 및 장치**

(57) 요 약

본 발명의 일 실시예에 따른 수신 장치의 혼잡 제어 방법은, 송신 장치로부터 패킷을 수신하는 단계와, 상기 수신된 패킷과 관련된 최대 전송률을 결정하는 단계와, 상기 수신된 패킷과 관련된 최소 지연 시간을 결정하는 단계와, 상기 최대 전송률 및 상기 최소 지연 시간에 기초하여, 상기 송신 장치로부터 수신될 다음 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성를 결정하는 단계와, 상기 송신 장치로 상기 결정된 혼잡 윈도우의 특성에 대한 정보를 송신하는 단계를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
H04L 43/0894 (2013.01)
H04L 47/283 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711067715
부처명 과학기술정보통신부
연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터
연구사업명 방송통신산업기술개발
연구과제명 이동성을 보장하는 UDP 기반 범용 초저지연 전송 프로토콜 연구
기 여 율 1/1
주관기관 울산과학기술원
연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

송신 장치로부터 패킷을 수신하는 단계와,

상기 수신된 패킷과 관련된 최대 전송률을 결정하는 단계와,

상기 수신된 패킷과 관련된 최소 지연 시간을 결정하는 단계와,

상기 최대 전송률 및 상기 최소 지연 시간에 기초하여, 상기 송신 장치로부터 수신될 다음 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성를 결정하는 단계와,

상기 송신 장치로 상기 결정된 혼잡 윈도우의 특성에 대한 정보를 송신하는 단계를 포함하는

수신 장치의 혼잡 제어 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 최대 전송률을 결정하는 단계는,

상기 수신된 패킷에 대한 셀룰러 네트워크(cellular network) 다운 링크 프레임의 스케쥴링을 분석하는 것에 기초하여 상기 최대 전송률을 결정하는 단계를 포함하는

수신 장치의 혼잡 제어 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 최대 전송률을 결정하는 단계는,

상기 셀룰러 네트워크 다운 링크 프레임의 스케줄링의 분석을 수행하는 것에 기초하여, 상기 수신 장치에서 허용 가능한 최대의 전송 용량과 관련된 제1 최대 전송률과 상기 패킷의 수신과 관련된 이동통신망의 네트워크에서 허용 가능한 최대의 전송 용량과 관련된 제2 최대 전송률을 결정하는 단계를 포함하는

수신 장치의 혼잡 제어 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 최대 전송률은, 셀룰러 네트워크 프레임(frame)의 단위, 상기 셀룰러 네트워크 프레임에 할당된 서브-프레임의 인덱스 세트(index set) 및 상기 서브-프레임 각각에 의해 수신되는 바이트(byte)를 이용하여 결정되고,

상기 제2 최대 전송률은, 상기 셀룰러 네트워크 프레임의 단위, 상기 셀룰러 네트워크 프레임에 할당된 서브-프레임의 인덱스 세트, 상기 서브-프레임 각각에 의해 수신되는 바이트 및 상기 서브-프레임 내에서 상기 바이트가 수신되는 시간을 이용하여 결정되는

수신 장치의 혼잡 제어 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 최소 지연 시간을 결정하는 단계는,

셀룰러 네트워크 업 링크 특성에 기초하여 지연 시간 및 평균 지연 시간을 산출하는 단계와,

상기 지연 시간 및 상기 평균 지연 시간을 이용하여 상기 최소 지연 시간을 결정하는 단계를 포함하는

수신 장치의 혼잡 제어 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 혼잡 윈도우의 특성은 상기 혼잡 윈도우의 크기를 포함하고,

상기 다음 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성를 결정하는 단계는,

상기 최대 전송률, 상기 최소 지연 시간, 실제 전송률, 실제 지연 시간 및 상기 수신된 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성에 기초하여 상기 다음 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성을 결정하는 단계를 포함하는

수신 장치의 혼잡 제어 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 혼잡 윈도우의 특성을 결정하는 단계는,

$$w_{i+1} = (1-\gamma)\cdot w_i + \gamma\left(\frac{mRE_i}{R_i}\cdot w_i + \alpha\left(1-\frac{T_i}{MTE_i}\right)\right)$$

(w_{i+1}는 상기 다음 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성, w_i는 상기 수신된 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성, mRE_i는 상기 최소 지연 시간, γ 및 α는 각각 기지정된 상수, MTE_i는 상기 최대 전송률, T_i는 상기 수신된 패킷의 실제 전송률)에 기초하여 상기 혼잡 윈도우의 특성을 결정하는 단계를 포함하는

수신 장치의 혼잡 제어 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 송신 장치는, 상기 혼잡 윈도우의 특성에 대한 정보에 기초하여 상기 다음 패킷을 제어하는

수신 장치의 혼잡 제어 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 결정된 최대 전송률에 기초하여, 대역폭 지연 곱(BDP)을 추정하는 단계와,

상기 대역폭 지연 곱, 상기 수신된 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성에 기초하여, 병목 구간을 결정하는 단계를 더 포함하고,

상기 결정된 다음 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성에 대한 정보를 송신하는 단계는,

상기 식별된 병목 구간이 무선 네트워크에 포함되는지 여부를 판정하여, 상기 식별된 병목 구간이 상기 무선 네트워크에 포함되는 경우 상기 결정된 혼잡 윈도우의 특성에 대한 정보를 상기 송신 장치로 송신하는 단계를 포함하는

수신 장치의 혼잡 제어 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 결정된 혼잡 윈도우의 특성에 대한 정보를 송신하는 단계는

상기 결정된 혼잡 윈도우의 특성을 상기 수신된 패킷에 대한 ACK(acknowledgement)에 포함되도록 하여 상기 송신 장치로 송신하는 단계를 포함하는

수신 장치의 혼잡 제어 방법.

청구항 11

송신 장치로부터 패킷을 수신하는 패킷 수신부와,

상기 수신된 패킷과 관련된 최대 전송률을 결정하는 최대 전송률 결정부와,

상기 수신된 패킷과 관련된 최소 지연 시간을 결정하는 최소 지연 시간 결정부와,

상기 최대 전송률 및 상기 최소 지연 시간에 기초하여, 상기 송신 장치로부터 수신될 다음 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성를 결정하는 혼잡 윈도우 결정부와,

상기 결정된 혼잡 윈도우의 특성에 대한 정보를 상기 송신 장치로 송신하는 정보 송신부를 포함하는

수신 장치의 혼잡 제어 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 최대 전송률 결정부는,

상기 수신된 패킷에 대한 셀룰러 네트워크(cellular network) 다운 링크 프레임의 스케쥴링을 분석하는 것에 기초하여 상기 최대 전송률을 결정하는

수신 장치의 혼잡 제어 장치.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 최소 지연 시간 결정부는,

셀룰러 네트워크 업 링크 특성에 기초하여 지연 시간 및 평균 지연 시간을 산출하고,

상기 지연 시간 및 상기 평균 지연 시간을 이용하여 상기 최소 지연 시간을 결정하는

수신 장치의 혼잡 제어 장치.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 혼잡 윈도우의 특성은 상기 혼잡 윈도우의 크기를 포함하고,

상기 혼잡 윈도우 결정부는,

상기 최대 전송률, 상기 최소 지연 시간, 실제 전송률, 실제 지연 시간 및 상기 수신된 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성에 기초하여 상기 다음 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성을 결정하는

수신 장치의 혼잡 제어 장치.

청구항 15

제11항에 있어서,

상기 혼잡 윈도우 결정부는,

$$w_{i+1} = (1-\gamma)\cdot w_i + \gamma\left(\frac{mRE_i}{R_i}\cdot w_i + \alpha\left(1-\frac{T_i}{MTE_i}\right)\right)$$

(w_{i+1}는 상기 다음 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성, w_i는 상기 수신된 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성, mRE_i는 상기 최소 지연 시간, γ 및 α는 각각 기지정된 상수, MTE_i는 상기 최대 전송률, T_i는 상기 수신된 패킷의 실제 전송률)에 기초하여 상기 혼잡 윈도우의 특성을 결정하는

수신 장치의 혼잡 제어 장치.

청구항 16

송신 장치로부터 패킷을 수신하는 단계와,

상기 수신된 패킷과 관련된 최대 전송률을 결정하는 단계와,

상기 결정된 최대 전송률에 기초하여, 대역폭 지연 곱(BDP)을 추정하는 단계와,

상기 대역폭 지연 곱과 상기 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 비교를 통해 병목 구간을 결정하는 단계와,

상기 결정된 병목 구간을 분석하는 것에 기초하여, 상기 병목 구간의 이동을 식별하는 단계를 포함하는

수신 장치의 병목 구간 판별 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 최대 전송률을 결정하는 단계는,

상기 패킷의 수신과 관련된 이동통신망의 네트워크 용량을 추정하는 것에 기초하여 상기 최대 전송률을 결정하는 단계를 포함하는

수신 장치의 병목 구간 판별 방법.

청구항 18

제16항에 있어서,

상기 최대 전송률은, 셀룰러 네트워크(cellular network) 프레임(frame)의 단위, 상기 셀룰러 네트워크 프레임에 할당된 서브-프레임의 인덱스 세트(index set) 및 상기 서브-프레임 각각에 의해 수신되는 바이트(byte) 및 상기 서브-프레임 내에서 상기 바이트가 수신되는 시간를 이용하여 결정되는

수신 장치의 병목 구간 판별 방법.

청구항 19

제16항에 있어서,

상기 병목 구간을 결정하는 단계는,

상기 병목 구간이 무선 네트워크에 포함되는지 또는 유선 네트워크에 포함되는지 여부를 결정하는 단계를 포함하는

수신 장치의 병목 구간 판별 방법.

청구항 20

제16항에 있어서,

상기 병목 구간의 이동을 식별하는 단계는,

상기 병목 구간의 이동이 유선 네트워크에서 무선 네트워크로의 이동인지 또는 상기 병목 구간의 이동이 상기 무선 네트워크에서 상기 유선 네트워크로의 이동인지를 식별하는 단계를 포함하는

수신 장치의 병목 구간 판별 방법.

청구항 21

송신 장치로부터 패킷을 수신하는 패킷 수신부와,

상기 수신된 패킷과 관련된 최대 전송률을 결정하는 최대 전송률 결정부와,

상기 결정된 최대 전송률에 기초하여 대역폭 지연 곱(BDP)을 추정하고, 상기 대역폭 지연 곱과 상기 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 비교를 통해 병목 구간을 결정하는 병목 구간 결정부와,

상기 결정된 병목 구간을 분석하는 것에 기초하여, 상기 병목 구간의 이동을 식별하는 병목 구간 이동 식별부를 포함하는

수신 장치의 병목 구간 판별 장치.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 최대 전송률 결정부는,

상기 패킷의 수신과 관련된 이동통신망의 네트워크 용량을 추정하는 것에 기초하여 상기 최대 전송률을 결정하는

수신 장치의 병목 구간 판별 장치.

청구항 23

제21항에 있어서,

상기 병목 구간 결정부는,

상기 병목 구간이 무선 네트워크에 포함되는지 또는 유선 네트워크에 포함되는지 여부를 결정하는

수신 장치의 병목 구간 판별 장치.

청구항 24

제21항에 있어서,

상기 병목 구간 이동 식별부는,

상기 병목 구간의 이동이 유선 네트워크에서 무선 네트워크로의 이동인지 또는 상기 병목 구간의 이동이 상기 무선 네트워크에서 상기 유선 네트워크로의 이동인지를 식별하는

수신 장치의 병목 구간 판별 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 네트워크에서 수신단 기반으로 혼잡 제어를 수행하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 네트워크 환경에서 데이터의 전송을 위한 패킷 수가 많아질수록 네트워크 성능은 자연스럽게 감소한다. 이와 같은 성능 감소 현상이 급격하게 악화되는 현상은 혼잡(congestion)이라 지칭될 수 있으며, 이러한 혼잡 문제를 해결하기 위한 방안은 혼잡 제어(congestion control)라 지칭될 수 있다.

[0003] 기존의 혼잡 제어 방법은 네트워크를 구성하는 큐(queue)가 모두 송수신되는 패킷으로 채워져 패킷 손실이 발생할 때까지 데이터 전송량을 증가시키는 손실 기반(loss-based)의 방식에 기초하여 혼잡을 제어하였다.

[0004] 손실 기반의 혼잡 제어 방법은 네트워크가 제공 가능한 최대의 전송률의 달성을 도모할 수 있다는 점에서 장점을 가지지만, 네트워크의 큐를 불필요하게 채움으로 인해 네트워크의 큐를 공유하여 이용하는 모든 장치와 관련된 통신에 대해 지연을 초래할 수 있다는 단점을 가진다.

[0005] 이와 같은 손실 기반의 혼잡 제어 방법에 의한 단점은 일반적인 네트워크 환경과 이동통신망 환경 모두에서 발생될 수 있으나, 일반적인 네트워크 환경에 비해 네트워크의 용량 대비 버퍼(buffer)의 크기가 큰 이동통신망 환경에서 지연이 보다 크게 나타나게 된다.

[0006] 이에 따라, 일반적인 네트워크 환경뿐만 아니라 이동통신망 환경을 고려하여, 네트워크를 효율적으로 사용하되 네트워크의 전송률의 손실 없이 데이터의 송수신이 수행되도록 하는 혼잡 제어 방법이 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2017-0083194호 (2017년 07월 18일 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 변동성이 큰 이동통신망 환경의 특성을 고려하여 수신 장치 기반에서 구현되며, 네트워크를 효율적으로 사용하되 네트워크의 전송률의 손실 없이 데이터의 송수신이 수행되도록 하는 혼잡 제어 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

[0009] 다만, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 바로 제한되지 않으며, 언급되지는 않았으나 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있는 목적을 포함할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따른 수신 장치의 혼잡 제어 방법은, 송신 장치로부터 패킷을 수신하는 단계와, 상기 수신된 패킷과 관련된 최대 전송률을 결정하는 단계와, 상기 수신된 패킷과 관련된 최소 지연 시간을 결정하는 단계와, 상기 최대 전송률 및 상기 최소 지연 시간에 기초하여, 상기 송신 장치로부터 수신될 다음 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성를 결정하는 단계와, 상기 송신 장치로 상기 결정된 혼잡 윈도우의 특성에 대한 정보를 송신하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 최대 전송률을 결정하는 단계는, 상기 수신된 패킷에 대한 셀룰러 네트워크 다운 링크 프레임의 스케쥴링을 분석하는 것에 기초하여 상기 최대 전송률을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 최대 전송률을 결정하는 단계는, 상기 셀룰러 네트워크 다운 링크 프레임의 스케줄링의 분석을 수행하는 것에 기초하여, 상기 수신 장치에서 허용 가능한 최대의 전송 용량과 관련된 제1 최대 전송률과 상기 패킷의 수신과 관련된 이동통신망의 네트워크에서 허용 가능한 최대의 전송 용량과 관련된 제2 최대 전송률을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 제1 최대 전송률은, 셀룰러 네트워크 프레임(frame)의 단위, 상기 셀룰러 네트워크 프레임에 할당된 서브-프레임의 인덱스 세트(index set) 및 상기 서브-프레임 각각에 의해 수신되는 바이트(byte)를 이용하여 결정되고, 상기 제2 최대 전송률은, 상기 셀룰러 네트워크 프레임의 단위, 상기 셀룰러 네트워크 프레임에 할당된 서브-프레임의 인덱스 세트, 상기 서브-프레임 각각에 의해 수신되는 바이트 및 상기 서브-프레임 내에서 상기 바이트가 수신되는 시간을 이용하여 결정될 수 있다.

[0014] 또한, 상기 최소 지연 시간을 결정하는 단계는, 셀룰러 네트워크 업 링크 특성에 기초하여 지연 시간 및 평균 지연 시간을 산출하는 단계와, 상기 지연 시간 및 상기 평균 지연 시간을 이용하여 상기 최소 지연 시간을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 혼잡 윈도우의 특성은 상기 혼잡 윈도우의 크기를 포함하고, 상기 다음 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성를 결정하는 단계는, 상기 최대 전송률, 상기 최소 지연 시간, 실제 전송률, 실제 지연 시간 및 상기 수신된 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성에 기초하여 상기 다음 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 혼잡 윈도우의 특성을 결정하는 단계는, $w_{i+1} = (1-\gamma)\cdot w_i + \gamma\left(\frac{mRE_i}{R_i}\cdot w_i + \alpha\left(1-\frac{T_i}{MTE_i}\right)\right)$ (w_{i+1}는 상기 다음 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성, w_i는 상기 수신된 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성, mRE_i는 상기 최소 지연 시간, γ 및 α는 각각 기지정된 상수, MTE_i는 상기 최대 전송률, T_i는 상기 수신된 패킷의 실제 전송률)에 기초하여 상기 혼잡 윈도우의 특성을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 송신 장치는, 상기 혼잡 윈도우의 특성에 대한 정보에 기초하여 상기 다음 패킷을 제어할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 결정된 최대 전송률에 기초하여, 대역폭 지연 곱(BDP)을 추정하는 단계와, 상기 최대 전송률과 상기 대역폭 지연 곱을 비교하는 것에 기초하여, 병목 구간을 식별하는 단계를 더 포함하고, 상기 결정된 혼잡 윈도우의 특성에 대한 정보를 송신하는 단계는, 상기 식별된 병목 구간이 무선 네트워크에 포함되는지 여부를 판정하여, 상기 식별된 병목 구간이 상기 무선 네트워크에 포함되는 경우 상기 결정된 혼잡 윈도우의 특성에 대한 정보를 상기 송신 장치로 송신하는 단계를 포함할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 결정된 혼잡 윈도우의 특성에 대한 정보를 송신하는 단계는 상기 결정된 혼잡 윈도우의 특성을 상기 수신된 패킷에 대한 ACK(acknowledgement)에 포함되도록 하여 상기 송신 장치로 송신하는 단계를 포함할 수 있다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 수신 장치의 혼잡 제어 장치는, 송신 장치로부터 패킷을 수신하는 패킷 수신부와, 상기 수신된 패킷과 관련된 최대 전송률을 결정하는 최대 전송률 결정부와, 상기 수신된 패킷과 관련된 최소 지연 시간을 결정하는 최소 지연 시간 결정부와, 상기 최대 전송률 및 상기 최소 지연 시간에 기초하여, 상기 송

신 장치로부터 수신될 다음 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성를 결정하는 혼잡 윈도우 결정부와, 상기 결정된 혼잡 윈도우의 특성에 대한 정보를 상기 송신 장치로 송신하는 정보 송신부를 포함할 수 있다.

[0021] 또한, 상기 최대 전송률 결정부는, 상기 수신된 패킷에 대한 셀룰러 네트워크 다운 링크 프레임의 스케쥴링을 분석하는 것에 기초하여 상기 최대 전송률을 결정할 수 있다.

[0022] 또한, 상기 최소 지연 시간 결정부는, 셀룰러 네트워크 업 링크 특성에 기초하여 지연 시간 및 평균 지연 시간을 산출하고, 상기 지연 시간 및 상기 평균 지연 시간을 이용하여 상기 최소 지연 시간을 결정할 수 있다.

[0023] 또한, 상기 혼잡 윈도우의 특성은 상기 혼잡 윈도우의 크기를 포함하고, 상기 혼잡 윈도우 결정부는, 상기 최대 전송률, 상기 최소 지연 시간, 실제 전송률, 실제 지연 시간 및 상기 수신된 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성에 기초하여 상기 다음 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성을 결정할 수 있다.

[0024] 또한, 상기 혼잡 윈도우 결정부는, $w_{i+1} = (1-\gamma)\cdot w_i + \gamma\left(\frac{mRE_i}{R_i}\cdot w_i + \alpha\left(1-\frac{T_i}{MTE_i}\right)\right)$ (w_{i+1}는 상기 다음 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성, w_i는 상기 수신된 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성, mRE_i는 상기 최소 지연 시간, γ 및 α는 각각 기지정된 상수, MTE_i는 상기 최대 전송률, T_i는 상기 수신된 패킷의 실제 전송률)에 기초하여 상기 혼잡 윈도우의 특성을 결정할 수 있다.

[0025] 본 발명의 일 실시예에 따른 수신 장치의 병목 구간 판별 방법은, 송신 장치로부터 패킷을 수신하는 단계와, 상기 수신된 패킷과 관련된 최대 전송률을 결정하는 단계와, 상기 결정된 최대 전송률에 기초하여, 대역폭 지연 곱(BDP)을 추정하는 단계와, 상기 대역폭 지연 곱과 상기 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 비교를 통해 병목 구간을 결정하는 단계와, 상기 결정된 병목 구간을 분석하는 것에 기초하여, 상기 병목 구간의 이동을 식별하는 단계를 포함할 수 있다.

[0026] 또한, 상기 최대 전송률을 결정하는 단계는, 상기 패킷의 수신과 관련된 이동통신망의 네트워크 용량을 추정하는 것에 기초하여 상기 최대 전송률을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0027] 또한, 상기 최대 전송률은, 셀룰러 네트워크 프레임(frame)의 단위, 상기 셀룰러 네트워크 프레임에 할당된 서브-프레임의 인덱스 세트(index set) 및 상기 서브-프레임 각각에 의해 수신되는 바이트(byte) 및 상기 서브-프레임 내에서 상기 바이트가 수신되는 시간를 이용하여 결정될 수 있다.

[0028] 또한, 상기 병목 구간을 결정하는 단계는, 상기 병목 구간이 무선 네트워크에 포함되는지 또는 유선 네트워크에 포함되는지 여부를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0029] 또한, 상기 병목 구간의 이동을 식별하는 단계는, 상기 병목 구간의 이동이 유선 네트워크에서 무선 네트워크로의 이동인지 또는 상기 병목 구간의 이동이 상기 무선 네트워크에서 상기 유선 네트워크로의 이동인지를 식별하는 단계를 포함할 수 있다.

[0030] 본 발명의 일 실시예에 따른 수신 장치의 병목 구간 판별 장치는, 송신 장치로부터 패킷을 수신하는 패킷 수신부와, 상기 수신된 패킷과 관련된 최대 전송률을 결정하는 최대 전송률 결정부와, 상기 결정된 최대 전송률에 기초하여 대역폭 지연 곱(BDP)을 추정하고, 상기 대역폭 지연 곱과 상기 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 비교를 통해 병목 구간을 결정하는 병목 구간 결정부와, 상기 결정된 병목 구간을 분석하는 것에 기초하여, 상기 병목 구간의 이동을 식별하는 병목 구간 이동 식별부를 포함할 수 있다.

[0031] 또한, 상기 최대 전송률 결정부는, 상기 패킷의 수신과 관련된 이동통신망의 네트워크 용량을 추정하는 것에 기초하여 상기 최대 전송률을 결정할 수 있다.

[0032] 또한, 상기 병목 구간 결정부는, 상기 병목 구간이 무선 네트워크에 포함되는지 또는 유선 네트워크에 포함되는지 여부를 결정할 수 있다.

[0033] 또한, 상기 병목 구간 이동 식별부는, 상기 병목 구간의 이동이 유선 네트워크에서 무선 네트워크로의 이동인지 또는 상기 병목 구간의 이동이 상기 무선 네트워크에서 상기 유선 네트워크로의 이동인지를 식별할 수 있다.

발명의 효과

[0034] 본 발명의 실시예에 따른 혼잡 제어 방법 및 장치는, 수신 장치 기반에서 구현됨으로써 수신 장치에 대한 조절을 통해 혼잡 제어가 수행되도록 할 수 있고, 네트워크에 대한 지연을 최소화하되 네트워크의 전송률의 손실 없

이 데이터의 송수신이 수행되도록 할 수 있다.

[0035] 다만, 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0036] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 혼잡 제어 방법을 개념적으로 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 혼잡 제어 장치의 기능적 구성의 예를 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 혼잡 제어 방법의 각 단계의 흐름의 예를 나타내는 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 혼잡 제어 방법의 최대 전송률 결정 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 혼잡 제어 방법의 최소 지연 시간 결정 방법을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0037] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명의 범주는 청구항에 의해 정의될 뿐이다.

[0038] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명은 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어 실제로 필요한 경우 외에는 생략될 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의 실시예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0039] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예들을 포함할 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 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 것으로서 이해되어야 한다.

[0040] 제 1, 제 2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 해당 구성요소들은 이와 같은 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 이 용어들은 하나의 구성요소들을 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0041] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 '연결되어' 있다거나 '접속되어' 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0042] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 혼잡 제어 방법을 개념적으로 나타내는 도면이다.

[0043] 도 1을 참조하면, 송신 장치(10)는 수신 장치(40)에게 패킷을 전송할 수 있다. 이 때, 송신 장치(10)는 라우터(20)와 기지국(30)을 통해 수신 장치(40)에게 패킷을 전송할 수도 있다. 수신 장치(40)는 패킷을 수신하면 확인 응답(acknowledge, 이하 'ACK')를 기지국(30)에 송신함으로써 혼잡 윈도우의 특성에 대한 정보를 제공할 수 있다. 여기서 혼잡 윈도우는 수신 장치(40)가 ACK를 송신 장치(10)에게 전송하기 전까지 송신 장치(10)에 의해 전송되는 패킷의 수를 의미할 수 있다. 다시 말해, 혼잡 윈도우는 수신 장치(40)가 연속적으로 수신할 수 있는 패킷의 수를 의미할 수 있다.

[0044] 보다 구체적으로, 수신 장치(40)는 본 발명의 일 실시예에 따른 혼잡 제어 장치를 포함할 수 있으며, 혼잡 제어 장치를 이용하여 혼잡 제어를 위한 정보를 송신 장치(10)에게 제공할 수 있다.

[0045] 예를 들어, 수신 장치(40)의 혼잡 제어 장치는 수신된 패킷과 관련된 최대 전송률 및 최소 지연 시간을 결정할 수 있다. 혼잡 제어 장치는 최대 전송률 및 최소 지연 시간에 기초하여 송신 장치(10)로부터 수신될 다음 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성을 결정할 수 있다.

[0046] 혼잡 제어 장치는 혼잡 윈도우의 특성이 결정됨에 기초하여, 수신 장치(40)로부터 송신 장치(10)로 결정된 혼잡 윈도우의 특성에 대한 정보가 송신되도록 할 수 있다. 보다 구체적으로, 혼잡 제어 장치는 혼잡 윈도우의 특성에 대한 정보가 ACK에 포함되도록 하여 수신 장치(40)로부터 송신 장치(10)로 송신되도록 할 수 있다. 전송된 ACK는 기지국(30)과 라우터(20)를 통하여 최종적으로 송신 장치(10)에게 전송될 수 있다.

[0047] 송신 장치(10)는 ACK를 수신하는 것에 기초하여, ACK에 포함되는 패킷의 수신과 관련된 정보를 식별함으로써 수신 장치(40)에 다음 패킷을 제공할 수 있다. 보다 구체적으로, 송신 장치(10)는 ACK를 수신하게 되면 ACK 내에 포함되는 혼잡 윈도우의 특성에 따라 다음 패킷의 송신을 제어할 수 있다.

[0048] 예를 들어, ACK에 포함되는 혼잡 윈도우에 대한 특성이 혼잡 윈도우의 크기에 대한 특성이며, 그 크기가 1로 정의되어 있는 경우, 송신 장치(10)는 하나의 패킷만 수신 장치(40)에게 전송되도록 할 수 있고, 전송된 패킷에 대해 수신 장치(40)로부터 ACK를 수신한 후 다음 패킷을 전송할 수 있다.

[0049] 이하에서 설명되는 혼잡 제어 장치 및 방법은 셀룰러 네트워크 상에서 송수신되는 데이터와 관련된 혼잡 제어를 위한 것으로, 셀룰러 네트워크는, 예를 들면 5G, LTE(long term elvolution), 4G, 또는 3G 등을 포함할 수 있다.

[0050] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 혼잡 제어 장치의 기능적 구성의 예를 나타내는 도면이다. 보다 구체적으로, 도 2는 도 1의 수신 장치(40)에 포함되는 혼잡 제어 장치의 기능적 구성의 예를 구체적으로 설명하기 위한 도면이다. 이하 사용되는 '…부'등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0051] 도 2를 참조하면, 혼잡 제어 장치(100)는 패킷 수신부(110), 최대 전송률 결정부(120), 최소 지연 시간 결정부(130), 혼잡 윈도우 결정부(140), 병목 구간 결정부(150), 병목 구간 이동 식별부(160), 및 정보 송신부(170)를 포함할 수 있다.

[0052] 패킷 수신부(110)는 송신 장치(10)로부터 패킷을 수신할 수 있다. 보다 구체적으로, 패킷 수신부(110)는 시간 구간에 대한 프레임 단위로 송신 장치(10)로부터 전송된 패킷을 수신할 수 있다 여기서, 패킷은 네트워크를 통해 전송하기 쉽도록 구분된 데이터의 전송 단위를 지칭하는 용어일 수 있으며, 패킷 단위로 데이터가 구분되어 송신 장치(10)로부터 수신 장치(40)에게 전송될 수 있다. 프레임은 셀룰러 네트워크에 대해 통신이 일어나는 전체 시간을 구분하기 위한 일종의 시간 단위일 수 있고, 경우에 따라 타임 슬롯, 셀룰러 네트워크 프레임 등의 용어로 지칭될 수 있다.

[0053] 경우에 따라, 패킷 수신부(110)는 하나의 프레임 내에서 복수의 패킷을 수신할 수 있다. 이하에서는 설명의 편의를 위해 단수형인 패킷이라는 용어로 지칭하겠으나, 이러한 용어에 본 발명의 사상이 제한되는 것은 아니다.

[0054] 패킷 수신부(110)는 송신 장치(10)로부터 패킷을 수신하여 패킷과 관련된 다양한 정보를 분석할 수 있다. 예를 들어, 패킷 수신부(110)는 패킷에 포함되는 데이터량, 패킷을 수신한 타임 스탬프, 패킷의 지연 시간, 최소 지연 시간 값, 송신 장치(10)와 관련된 혼잡 윈도우 추정치 등을 분석할 수 있다.

[0055] 최대 전송률 결정부(120)는 수신된 패킷과 관련된 최대 전송률을 결정할 수 있다. 최대 전송률 결정부(120)는 수신된 패킷에 대한 셀룰러 네트워크 다운 링크 프레임의 스케쥴링을 분석하는 것에 기초하여 최대 전송률을 결정할 수 있다. 여기서, 최대 전송률은, 수신 장치(40)에서 허용 가능한 최대의 전송 용량과 관련된 제1 최대 전송률과 패킷의 수신과 관련된 이동통신망의 네트워크에서 허용 가능한 최대의 전송 용량과 관련된 제2 최대 전송률을 포함할 수 있다.

[0056] 최대 전송률 결정부(120)는 셀룰러 네트워크 프레임의 단위, 셀룰러 네트워크 프레임에 할당된 서브-프레임의 인덱스 세트(index set) 및 서브-프레임 각각에 의해 수신되는 바이트(byte)를 이용하여 제1 최대 전송률을 결정할 수 있다. 제1 최대 전송률은 후술되는 혼잡 윈도우 결정부(140)에서 혼잡 윈도우의 특성을 결정하기 위해 이용될 수 있다.

[0057] 최대 전송률 결정부(120)는 셀룰러 네트워크 프레임의 단위, 셀룰러 네트워크 프레임에 할당된 서브-프레임의 인덱스 세트, 서브-프레임 각각에 의해 수신되는 바이트 및 서브-프레임 내에서 바이트가 수신되는 시간을 이용하여 제2 최대 전송률을 결정할 수 있다. 제2 최대 전송률은 후술되는 병목 구간 결정부(150)에서 병목 구간을 결정하기 위해 이용될 수 있다.

[0058] 한편, 제1 최대 전송률 및 제2 최대 전송률의 결정에 대한 구체적인 수학식의 예는 도 4를 통해 후술하겠다.

[0059] 최소 지연 시간 결정부(130)는 수신된 패킷과 관련된 최소 지연 시간을 결정할 수 있다. 보다 구체적으로, 최소 지연 시간 결정부(130)는 셀룰러 네트워크 업 링크 특성에 기초하여 지연 시간 및 평균 지연 시간을 산출할 수 있다. 최소 지연 시간 결정부(130)는 지연 시간 및 평균 지연 시간을 이용하여 최소 지연 시간을 결정할 수 있다. 최소 지연 시간의 결정에 대한 구체적인 수학식의 예는 도 5를 통해 후술하겠다.

[0060] 혼잡 윈도우 결정부(140)는 최대 전송률 및 최소 지연 시간에 기초하여, 송신 장치(10)로부터 수신될 다음 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성를 결정할 수 있다. 여기서, 다음 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성은 다음 시간 구간, 즉 다음 프레임에 송신 장치(10)에 의해 한번에 전송되는 적어도 하나의 패킷의 수를 포함할 수 있다.

[0061] 보다 구체적으로, 혼잡 윈도우 결정부(140)는 최대 전송률, 최소 지연 시간, 실제 전송률, 실제 지연 시간 및 수신된 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성에 기초하여 다음 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성을 결정할 수 있다. 예를 들어, 혼잡 윈도우 결정부(140)는 하기의 수학식 1에 기초하여 다음 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성을 결정할 수 있다.

수학식 1

[0062]
$$w_{i+1} = (1-\gamma)\cdot w_i + \gamma\left(\frac{mRE_i}{R_i}\cdot w_i + \alpha\left(1-\frac{T_i}{MTE_i}\right)\right)$$

[0063] 수학식 1에서, w_{i+1}는 다음 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성으로 i+1번째 프레임(또는 시간 프레임)에 수신되는 패킷의 수일 수 있다. w_i는 현재 수신된 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성으로서 i번째 프레임에 수신되는 패킷의 수, mRE_i는 i번째 프레임에서 패킷이 수신될 때의 최소 지연 시간, γ 및 α는 각각 기지정된 상수, MTE_i는 i번째 프레임에 대한 패킷의 최대 전송률, T_i는 i번째 프레임에 대한 패킷의 실제 전송률일 수 있다.

[0064] 병목 구간 결정부(150)는 최대 전송률 결정부(120)에 의해 결정된 제2 최대 전송률에 기초하여 대역폭 지연 곱(bandwith delay product, BDP)를 추정할 수 있다. 대역폭 지연 곱의 추정은 통상의 기술자에게 용이한 바 자세한 설명은 생략하겠다.

[0065] 병목 구간 결정부(150)는 대역폭 지연 곱과 혼잡 윈도우의 비교를 통해 병목 구간을 결정할 수 있다. 한편, 병목 구간은 데이터의 송수신이 어떠한 네트워크를 사용하고 있는지에 따라 사용 중인 네트워크 상에서 발생될 수 있다. 예를 들어, 송신 장치(10)와 수신 장치(40) 사이의 데이터의 전송이 무선 연결에 기초하여 수행되는 경우, 병목 구간은 무선 네트워크에 있을 수 있다. 이러한 측면에서, 송신 장치(10)와 수신 장치(40) 사이의 데이터의 전송이 유선 연결에 기초하여 수행되는 경우, 병목 구간은 유선 네트워크에 있을 수 있다.

[0066] 병목 구간 결정부(150)는 수신된 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 크기를 최소 지연 시간으로 나눈 값이 이동통신망이 제공하는 최대 전송률, 즉 제2 최대 전송률보다 큰 경우, 병목 구간이 무선 네트워크에 있는 것으로 결정할 수 있다. 만약, 수신된 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성을 최소 지연 시간으로 나눈 값이 이동통신망이 제공하는 최대 전송률보다 작은 경우, 병목 구간 결정부(150)는 병목 구간이 유선 네트워크에 있는 것으로 결정할 수 있다.

[0067] 병목 구간 이동 식별부(160)는 병목 구간의 이동을 식별할 수 있다. 예를 들어, 병목 구간 이동 식별부(160)는 병목 구간이 무선 네트워크에서 유선 네트워크로 이동하는지 여부, 또는 유선 네트워크에서 무선 네트워크로 이동하는지 여부를 식별할 수 있다.

[0068] 정보 송신부(170)는 혼잡 윈도우 결정부(140)에 의해 결정된 다음 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성에 대한 정보를 ACK에 포함시켜 송신 장치(10)에게 전송할 수 있다. 보다 구체적으로, 정보 송신부(170)는 병목 구간이 무선 네트워크에 포함되는지 여부를 판정하여, 병목 구간이 무선 네트워크에 포함되는 경우 혼잡 윈도우의 특성에 대한 정보를 송신 장치(10)로 전송할 수 있다. 병목 구간이 유선 네트워크에 포함되는 경우, 정보 송신부(170)는 혼잡 윈도우의 특성에 대한 정보를 송신 장치(10)로 전송하지 않고, 병목 구간이 무선 네트워크에 포함될 때까지 대기할 수 있다.

[0069] 이러한 경우, 수신 장치(40)는 병목 구간이 무선 네트워크에 존재하는 경우에만 본 발명의 일 실시예에 따른 혼잡 제어 방법을 이용하여 혼잡 제어가 수행되도록 할 수 있다. 만약, 병목 구간이 유선 네트워크에 존재하는 경

우, 수신 장치(40)는 일반적으로 이용되는 손실 기반의 혼잡 제어 방법을 이용하여 혼잡 제어가 수행되도록 할 수도 있다. 이는 병목 구간이 유선 네트워크에 존재하는 경우에는 기존의 손실 기반의 혼잡 제어 방법에 따라 다른 플로우(flow)와 경쟁하는 것이 더 효율적일 수 있기 때문일 수 있다. 이에 따라, 본 발명의 일 실시예에 따른 혼잡 제어 장치(100)는 네트워크 환경의 상태에 따라 적절하게 가장 효율적인 방법으로 혼잡 제어가 수행되도록 함으로써, 최대 전송률을 보장하며 낮은 지연 시간을 가지도록 할 수 있다.

[0070] 또한, 정보 송신부(170)는 병목 구간 이동 식별부(160)에 의해 병목 구간이 무선 네트워크에서 유선 네트워크로 이동하는 것으로 식별된 경우, 혼잡 윈도우 결정부(140)에서 기결정된 혼잡 윈도우의 특성에 대한 정보를 ACK에 포함되도록 하여 송신 장치(10)에 제공할 수 있다. 이에 따라, 병목 구간의 이동시 발생가능한 순간적인 패킷 손실이 방지되도록 할 수 있다.

[0071] 경우에 따라, 정보 송신부(170)는 병목 구간 결정부(150) 및 병목 구간 이동 식별부(160)의 동작과 무관하게, 혼잡 윈도우 결정부(140)에 의해 결정된 다음 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성에 대한 정보를 ACK에 포함시켜 송신 장치(10)에게 전송할 수도 있음은 물론이다.

[0072] 송신 장치(10)는 혼잡 윈도우의 특성에 대한 정보에 기초하여 다음 프레임에 전송할 패킷(다음 패킷)을 제어할 수 있다. 보다 구체적으로, 수신된 ACK를 판별하여, ACK에서 나타나는 혼잡 윈도우의 특성에 따라 다음 패킷을 수신 장치(40)에게 전송할 수 있다. 송신 장치(10)의 혼잡 윈도우의 제어와 관련하여서는 통상의 기술자에게 용이한 바 자세한 설명은 생략하겠다.

[0073] 한편, 구체적으로 도시하지는 않았으나, 수신 장치(40)는 병목 구간 판별 장치를 별도로 포함할 수 있다. 이러한 경우, 병목 구간 판별 장치는 패킷 수신부(110), 최대 전송률 결정부(120), 병목 구간 결정부(150), 병목 구간 이동 식별부(160)를 포함할 수 있다. 병목 구간 판별 장치의 구성 중 적어도 일부는 혼잡 제어 장치(100)와 공유되는 형태로 존재하거나, 또는 동일한 역할을 수행하는 별도의 구성 요소로 병목 구간 판별 장치에 존재할 수 있다.

[0074] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 혼잡 제어 방법의 각 단계의 흐름의 예를 나타내는 도면이다. 이하 도 3에서는 수신 장치(40)에 포함되는 도 2의 혼잡 제어 장치(100)의 각 구성과 관련하여 혼잡 제어 방법의 각 단계를 설명하겠다.

[0075] 도 3을 참조하면, 패킷 수신부(110)는 패킷을 수신할 수 있다(S110). 보다 구체적으로, 패킷 수신부(110)는 시간 구간에 대한 프레임 단위로 송신 장치(10)로부터 전송된 패킷을 수신할 수 있다.

[0076] 최대 전송률 결정부(120)는 수신된 패킷에 대한 최대 전송률을 결정할 수 있다(S120). 최대 전송률 결정부(120)는 수신된 패킷에 대한 셀룰러 네트워크 다운 링크 프레임의 스케쥴링을 분석하는 것에 기초하여 최대 전송률을 결정할 수 있다. 여기서, 결정되는 최대 전송률은, 수신 장치(40)에서 허용 가능한 최대의 전송 용량과 관련된 제1 최대 전송률과 패킷의 수신과 관련된 이동통신망의 네트워크에서 허용 가능한 최대의 전송 용량과 관련된 제2 최대 전송률을 포함할 수 있다.

[0077] 최소 지연 시간 결정부(130)는 수신된 패킷과 관련된 최소 지연 시간을 결정할 수 있다(S130). 보다 구체적으로, 최소 지연 시간 결정부(130)는 셀룰러 네트워크 업 링크 특성에 기초하여 지연 시간 및 평균 지연 시간을 산출할 수 있다. 최소 지연 시간 결정부(130)는 산출된 지연 시간 및 평균 지연 시간을 이용하여, 최소 지연 시간을 결정할 수 있다.

[0078] 혼잡 윈도우 결정부(140)는 최대 전송률 및 최소 지연 시간에 기초하여, 송신 장치(10)로부터 수신될 다음 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성를 결정할 수 있다(S140). 보다 구체적으로, 혼잡 윈도우 결정부(140)는 최대 전송률 및 최소 지연 시간에 기초하여 다음 프레임에 송신 장치(10)로부터 수신 장치(40)로 전송될 패킷의 수를 나타내는 혼잡 윈도우의 특성을 결정할 수 있다.

[0079] 병목 구간 결정부(150)는 최대 전송률 결정부(120)에 의해 결정된 이동통신망의 네트워크에서 허용 가능한 최대의 전송 용량과 관련된 제2 최대 전송률을 이용하여 병목 구간을 결정할 수 있다(S150). 보다 구체적으로, 병목 구간 결정부(150)는 제2 최대 전송률을 이용하여 대역폭 지연 곱을 추정하고, 대역폭 지연 곱과 혼잡 윈도우의 비교를 통해 병목 구간을 결정할 수 있다.

[0080] 경우에 따라, 병목 구간 이동 식별부(160)는 병목 구간이 이동하는지 여부를 식별할 수 있다. 예를 들어, 병목 구간 이동 식별부(160)는 병목 구간이 유선 네트워크에서 무선 네트워크로의 이동 또는 무선 네트워크에서 유선 네트워크로의 이동 여부를 식별할 수 있다.

[0081] 정보 송신부(170)는 혼잡 윈도우의 특성에 대한 정보를 송신 장치(10)에게 송신할 수 있다(S160). 경우에 따라, 정보 송신부(170)는 병목 구간이 무선 네트워크에 있는 경우, 혼잡 윈도우의 특성에 대한 정보를 송신 장치(10)에게 송신할 수 있다. 만약, 병목 구간이 무선 네트워크에 있지 않은 경우, 정보 송신부(170)는 병목 구간이 무선 네트워크에 존재하게 될 때까지 상술한 단계를 반복하여 수행할 수 있다.

[0082] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 혼잡 제어 방법의 최대 전송률 결정 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0083] 보다 구체적으로, 도 4는 패킷이 송수신되는 프레임의 예를 개념적으로 나타낸다. 도 4를 통해, 자원 할당 스케줄링에 따라 셀룰러 네트워크 서브-프레임 별로 패킷이 할당될 수도 있고 할당되지 않고 비어 있을 수도 있음을 알 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 혼잡 제어 장치(100)는 이러한 자원 할당 구조를 이용하여 최대 전송률을 2가지 측면에서 측정하여 혼잡 제어를 위해 이용할 수 있다. 이 때, 2가지 측면에서 측정되는 최대 전송률은 도 2 및 도 3을 통해 서술한 제1 최대 전송률과 제2 최대 전송률일 수 있다.

[0084] 보다 구체적으로, 최대 전송률 결정부(120)는 셀룰러 네트워크 프레임의 길이가 10ms 이고 셀룰러 네트워크 프레임을 10개의 셀룰러 네트워크 서브-프레임으로 나눈 경우, 하기의 수학식 2를 이용하여 수신 장치(40)에서 허용 가능한 최대 전송률인 제1 최대 전송률을 결정할 수 있다.

수학식 2

[0085]
$$F(f_i) = \frac{\sum_{j \in S(f_i)} b_{ij}}{10\ ms}$$

[0086] 수학식 2에서, $F(f_i)$는 i번째 셀룰러 네트워크 프레임에 대한 제1 최대 전송률, b_{ij}는 i번째 셀룰러 네트워크 프레임 f_i를 10개의 셀룰러 네트워크 서브-프레임으로 구분하였을 때 j번째 셀룰러 네트워크 서브-프레임 각각에 의해 수신되는 바이트(byte)(데이터 량)일 수 있다. 수학식 2를 이용하여, 최대 전송률 결정부(120)는 다음 프레임에 할당될 수 있는 최대 전송률을 추정할 수 있다.

[0087] 최대 전송률 결정부(120)는 셀룰러 네트워크 프레임의 길이가 10ms 이고 셀룰러 네트워크 프레임을 10개의 셀룰러 네트워크 서브-프레임으로 나눈 경우, 하기의 수학식 3을 이용하여 이동통신망이 제공하는 최대 전송률인 제2 최대 전송률을 결정할 수 있다.

수학식 3

[0088]
$$C(f_i) = \frac{\sum_{j \in S(f_i)} \frac{b_{ij}}{\Delta t_{ij}}}{|S(f_i)|}$$

[0089] 수학식 3에서, $C(f_i)$는 i번째 셀룰러 네트워크 프레임에 대한 제2 최대 전송률, b_{ij}는 i번째 셀룰러 네트워크 프레임인 f_i의 j번째 셀룰러 네트워크 서브-프레임 각각에 의해 수신되는 바이트, Δt_{ij}는 i번째 셀룰러 네트워크 프레임인 f_i의 j번째 셀룰러 네트워크 서브-프레임에서 실제 패킷이 전송되는 시간 구간, $S(f_i)$는 f_i 셀룰러 네트워크 프레임에 할당된 서브-프레임의 인덱스 세트일 수 있다. 여기서, 인덱스 세트는 패킷이 할당된 서브-프레임의 집합을 의미할 수 있다. 수학식 3을 이용하여, 최대 전송률 결정부(120)는 셀룰러 네트워크 채널이 가지는 전체 대역폭을 추정할 수 있다.

[0090] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 혼잡 제어 방법의 최소 지연 시간 결정 방법을 설명하기 위한 도면이다. 보다 구체적으로, 도 5는 이동통신망 업 링크에서 사용하는 SR(scheduling request) 주기의 개념을 나타낸다.

[0091] 도 5를 참조하면, 최소 지연 시간 결정부(130)는 SR 주기를 수신 장치(40)에서 측정 가능한 패킷 단위의 지연 시간을 이용하여 산출할 수 있다. 보다 구체적으로, 최소 지연 시간 결정부(130)는 하기의 수학식 4를 이용하여 SR 주기를 산출할 수 있다.

수학식 4

[0092] $$mRE_i=mpRTT+D(2 \cdot (apRTT - mpRTT))$$

[0093] 수학식 4에서, D()는 '5ms, 10ms, 20ms, 40ms, 80ms' 중 가장 잘 매칭되는 SR 주기를 결정하는 함수일 수 있다. 보다 구체적으로, $D(2 \cdot (apRTT - mpRTT))$는 '5ms, 10ms, 20ms, 40ms, 80ms'중 '$2 \cdot (apRTT - mpRTT)$'에 의해 결정된 값과 가장 차이가 적은 값을 결정하는 함수로, 만약 '$2 \cdot (apRTT - mpRTT)$'에 의해 결정된 값이 18ms인 경우, SR 주기를 20ms로 결정할 수 있다. apRTT는 패킷의 왕복 시간(round trip time, RTT)의 최소값, mpRTT는 패킷의 왕복 시간의 평균값일 수 있다.

[0094] 최소 지연 시간 결정부(130)는 수학식 4를 이용하여 $D(2 \cdot (apRTT - mpRTT))$ 의해 정해지는 SR 주기에 mpRTT를 더해주어, 먼저 생성된 ACK와 관련된 지연 시간에 대한 보정을 수행함으로써, 보다 정확하게 최소 지연 시간이 결정되도록 할 수 있다.

[0095] 본 발명의 일 실시예에 따른 혼잡 제어 장치(100)는 송신 장치(10)에 대한 수정없이 수신 장치(40)의 동작을 통해서도 혼잡 제어를 가능하게 할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 혼잡 제어 장치(100)는 병목 구간의 위치를 고려하여 혼잡 윈도우(또는 수신 윈도우)의 크기를 제어함으로써 상황에 맞게 적응적으로 혼잡 제어를 수행할 수 있다.

[0096] 본 명세서에 첨부된 블록도의 각 블록과 흐름도의 각 단계의 조합들은 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수도 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 블록도의 각 블록 또는 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방식으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장되는 것도 가능하므로, 그 컴퓨터 이용가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장된 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 또는 흐름도 각 단계에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조 품목을 생산하는 것도 가능하다. 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑재되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되어 컴퓨터로 실행되는 프로세스를 생성해서 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 수행하는 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 및 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.

[0097] 또한, 각 블록 또는 각 단계는 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 실시예들에서는 블록들 또는 단계들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들 또는 단계들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 블록들 또는 단계들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.

[0098] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 품질에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 명세서에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 균등한 범위 내에 있는 모든 기술사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0099] 10: 송신 장치

40: 수신 장치

100: 혼잡 제어 장치

110: 패킷 수신부

120: 최대 전송률 결정부

130: 최소 지연 시간 결정부

140: 혼잡 윈도우 결정부

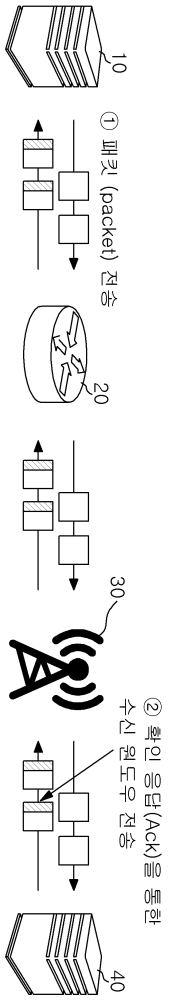
150: 병목 구간 결정부

160: 병목 구간 이동 식별부

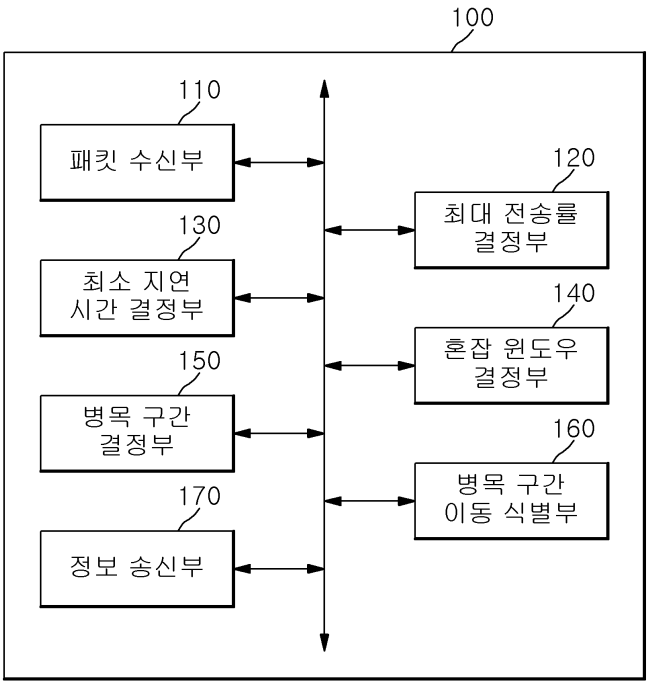
170: 정보 송신부

도면

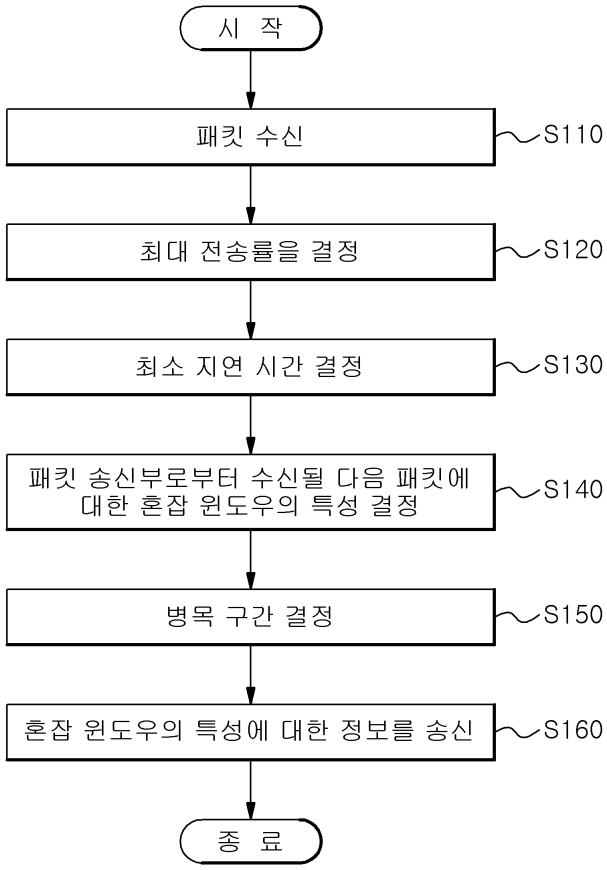
도면1



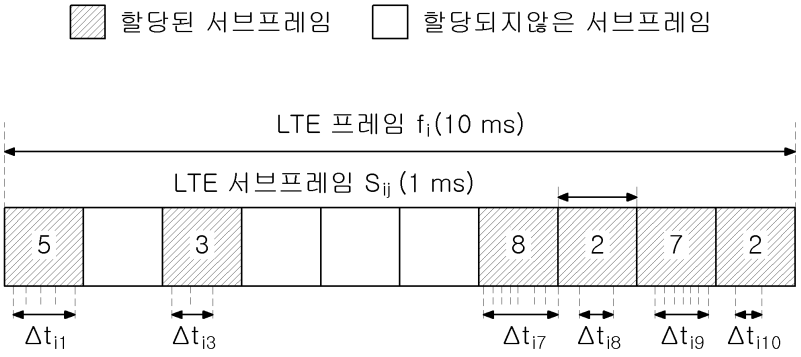
도면2


100
110
패킷 수신부
120
최대 전송률 결정부
130
최소 지연 시간 결정부
140
혼잡 윈도우 결정부
150
병목 구간 결정부
160
병목 구간 이동 식별부
170
정보 송신부

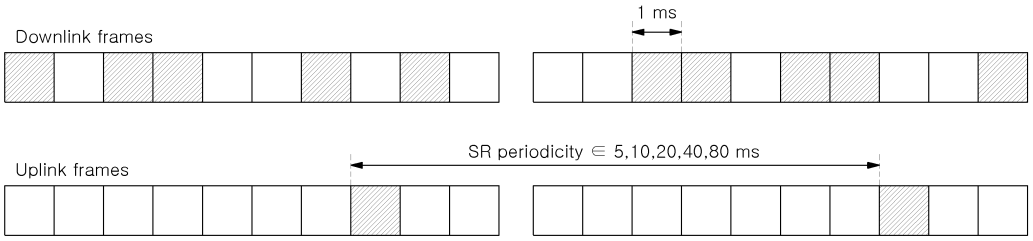
도면3


시 작
패킷 수신
S110
최대 전송률을 결정
S120
최소 지연 시간 결정
S130
패킷 송신부로부터 수신될 다음 패킷에 대한 혼잡 윈도우의 특성 결정
S140
병목 구간 결정
S150
혼잡 윈도우의 특성에 대한 정보를 송신
S160
종 료

도면4


할당된 서브프레임
할당되지않은 서브프레임
LTE 프레임 f_i(10 ms)
LTE 서브프레임 S_{ij} (1 ms)
5
3
8
2
7
2
Δt_{i1}
Δt_{i3}
Δt_{i7}
Δt_{i8}
Δt_{i9}
Δt_{i10}

도면5


1 ms
Downlink frames
SR periodicity ∈ 5,10,20,40,80 ms
Uplink frames