



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0092737
(43) 공개일자 2016년08월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 12/801 (2013.01) H04L 12/825 (2013.01)
(52) CPC특허분류
H04L 47/193 (2013.01)
H04L 47/25 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0013496
(22) 출원일자 2015년01월28일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
이경한
울산광역시 남구 중앙로290번길 53 101동 1703호
이진성
서울특별시 서초구 강남대로51길 10 강남효성해링턴타워 709호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
유미특허법인, 김정훈, 이건주

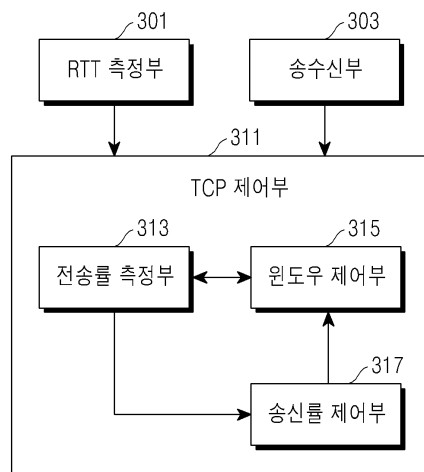
전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 발명의 명칭 통신 시스템에서 혼잡 제어 방법 및 장치

(57) 요약

본 개시가 제공하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 방법은, 혼잡 윈도우의 크기를 소정 시간 단위로 증가시키면서, 네트워크의 최대 송신률을 결정하는 과정과, 상기 결정된 최대 송신률에 대한 소정 비율로 결정되는 임계 송신률을 결정하는 과정과, 현재 송신률이 상기 임계 송신률 이상이 되고, 지연 시간이 최대 허용 지연 시간 이하가 되도록, 상기 혼잡 윈도우의 크기를 조정하는 과정을 포함한다

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류
H04L 47/283 (2013.01)

(72) 발명자

박중신

서울특별시 영등포구 도림로64가길 15-1

임한나

서울특별시 성동구 뚝섬로 51 옥수강변 풍림아이원
아파트 103동 101호

이주형

경기도 부천시 원미구 조마루로 278 그린타운아파
트 1326동 205호

명세서

청구범위

청구항 1

통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 방법에 있어서,

혼잡 윈도우의 크기를 소정 시간 단위로 증가시키면서, 네트워크의 최대 송신률을 결정하는 과정과,

상기 결정된 최대 송신률에 대한 소정 비율로 결정되는 임계 송신률을 결정하는 과정과,

현재 송신률이 상기 임계 송신률 이상이 되고, 지연 시간이 최대 허용 지연 시간 이하가 되도록, 상기 혼잡 윈도우의 크기를 조정하는 과정을 포함하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 최대 송신률은,

현재 시점의 송신률과 이전 시간까지의 송신률 중 큰 값으로 결정됨을 특징으로 하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 임계 송신률은,

상기 지연 시간을 고려하여 설정됨을 특징으로 하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 혼잡 윈도우의 크기를 조정하는 과정은,

$\langle E(i) + \text{int}E(i) \rangle$ 값이 양수이면, 상기 혼잡 윈도우의 크기를 이전의 혼잡 윈도우의 크기보다 증가시키고,

상기 $\langle E(i) + \text{int}E(i) \rangle$ 값이 양수가 아니면, 상기 혼잡 윈도우의 크기를 이전의 혼잡 윈도우의 크기보다 감소시킴을 특징으로 하며,

상기 $E(i)$ 는 i 시점에서 $1 - (\text{현재 송신률} / \text{임계 송신률})$ 이며,

상기 $\text{int}E(i)$ 는 상기 $E(i)$ 의 적분값 또는 $(1 - \lambda) * \text{int}E(i-1) + \lambda * E(i)$ 이며,

상기 λ 는 이동 평균 가중치임을 특징으로 하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 $\langle E(i) + \text{int}E(i) \rangle$ 값이 양수일 때, 상기 혼잡 윈도우의 크기를 증가시키는 비율은,

상기 $\langle E(i) + \text{int}E(i) \rangle$ 값이 양수가 아닐 때, 상기 혼잡 윈도우의 크기를 감소시키는 비율보다 크게 설정됨을 특징으로 하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 혼잡 윈도우의 크기를 조정하는 과정은,

$E(i)$ 값이 양수이면, 상기 혼잡 윈도우의 크기를 이전의 혼잡 윈도우의 크기보다 증가시키고,

상기 $E(i)$ 값이 양수가 아니면, 상기 혼잡 윈도우의 크기를 이전의 혼잡 윈도우의 크기보다 감소시킴을 특징으로 하며,

상기 $E(i)$ 는 i 시점에서 $1 - (\text{현재 송신률} / \text{임계 송신률})$ 임을 특징으로 하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 $E(i)$ 값이 양수일 때, 상기 혼잡 윈도우의 크기를 증가시키는 비율은,

상기 $E(i)$ 값이 양수가 아닐 때, 상기 혼잡 윈도우의 크기를 감소시키는 비율보다 크게 설정됨을 특징으로 하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 네트워크의 상태가 변경되면, 상기 변경된 네트워크의 상태에 따라 상기 최대 송신률과 상기 임계 송신률 중 적어도 하나를 다시 결정하는 과정을 더 포함하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 네트워크의 상태가 변경되었는지 여부는, 상기 현재 송신률이 상기 임계 송신률을 비교하여 판단함을 특징으로 하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 현재 송신률이 상기 임계 송신률보다 큰 값인 상태로 일정 시간 유지되거나, 상기 현재 송신률이 상기 임계 송신률보다 작은 값인 상태로 상기 일정 시간 유지되면, 상기 네트워크의 상태가 변경된 것으로 판단함을 특징으로 하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 현재 송신률이 상기 임계 송신률보다 큰 값인 상태로 일정 시간 유지되면, 상기 최대 송신률을 다시 결정하고, 상기 다시 결정된 최대 송신률에 따라 상기 임계 송신률을 결정하는 과정과, 상기 혼잡 윈도우의 크기를 조정하는 과정을 다시 수행함을 특징으로 하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 방법.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 현재 송신률이 상기 임계 송신률보다 작은 값인 상태로 상기 일정 시간 유지되면, 상기 임계 송신률을, 상

기 임계 송신률보다 작은 값인 상태로 상기 일정 시간 유지된 현재 송신률로 다시 설정함을 특징으로 하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 방법.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 제1항의 방법에 의하여 수신기에서 결정된 수신 혼잡 윈도우의 크기 정보를 수신하는 과정과,

상기 수신한 수신 혼잡 윈도우의 크기 정보와, 상기 제1항에서 결정된 상기 혼잡 윈도우의 크기를 이용하여, 최종적인 혼잡 윈도우의 크기를 결정하는 과정을 더 포함하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 방법.

청구항 14

통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 장치에 있어서,

혼잡 윈도우의 크기를 소정 시간 단위로 증가시키면서, 네트워크의 최대 송신률을 결정하고, 상기 결정된 최대 송신률에 대한 소정 비율로 결정되는 임계 송신률을 결정하는 송신률 제어부와,

현재 송신률이 상기 임계 송신률 이상이 되고, 지연 시간이 최대 허용 지연 시간 이하가 되도록, 상기 혼잡 윈도우의 크기를 조정하는 윈도우 제어부를 포함하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 장치.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 최대 송신률은,

현재 시점의 송신률과 이전 시간까지의 송신률 중 큰 값으로 결정됨을 특징으로 하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 장치.

청구항 16

제14항에 있어서, 상기 임계 송신률은,

상기 지연 시간을 고려하여 설정됨을 특징으로 하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 장치.

청구항 17

제1항에 있어서, 상기 윈도우 제어부는,

$\langle E(i) + \text{int}E(i) \rangle$ 값이 양수이면, 상기 혼잡 윈도우의 크기를 이전의 혼잡 윈도우의 크기보다 증가시키고,

상기 $\langle E(i) + \text{int}E(i) \rangle$ 값이 양수가 아니면, 상기 혼잡 윈도우의 크기를 이전의 혼잡 윈도우의 크기보다 감소시킴을 특징으로 하며,

상기 $E(i)$ 는 i 시점에서 $1 - (\text{현재 송신률} / \text{임계 송신률})$ 이며,

상기 $\text{int}E(i)$ 는 상기 $E(i)$ 의 적분값 또는 $(1 - \lambda) * \text{int}E(i-1) + \lambda * E(i)$ 이며,

상기 λ 는 이동 평균 가중치임을 특징으로 하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 장치.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 $\langle E(i) + \text{int}E(i) \rangle$ 값이 양수일 때, 상기 혼잡 윈도우의 크기를 증가시키는 비율은,

상기 $\langle E(i) + \text{int}E(i) \rangle$ 값이 양수가 아닐 때, 상기 혼잡 윈도우의 크기를 감소시키는 비율보다 크게 설정됨을 특징으로 하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 장치.

청구항 19

제14항에 있어서, 상기 윈도우 제어부는,

$E(i)$ 값이 양수이면, 상기 혼잡 윈도우의 크기를 이전의 혼잡 윈도우의 크기보다 증가시키고,

상기 $E(i)$ 값이 양수가 아니면, 상기 혼잡 윈도우의 크기를 이전의 혼잡 윈도우의 크기보다 감소시킴을 특징으로 하며,

상기 $E(i)$ 는 i 시점에서 $1 - (\text{현재 송신률} / \text{임계 송신률})$ 임을 특징으로 하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 장치.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 $E(i)$ 값이 양수일 때, 상기 혼잡 윈도우의 크기를 증가시키는 비율은,

상기 $E(i)$ 값이 양수가 아닐 때, 상기 혼잡 윈도우의 크기를 감소시키는 비율보다 크게 설정됨을 특징으로 하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 장치.

청구항 21

제14항에 있어서, 상기 송신률 제어부는,

상기 네트워크의 상태가 변경되면, 상기 변경된 네트워크의 상태에 따라 상기 최대 송신률과 상기 임계 송신률 중 적어도 하나를 다시 결정함을 특징으로 하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 장치.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 네트워크의 상태가 변경되었는지 여부는, 상기 현재 송신률이 상기 임계 송신률을 비교하여 판단함을 특징으로 하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 장치.

청구항 23

제22항에 있어서,

상기 현재 송신률이 상기 임계 송신률보다 큰 값인 상태로 일정 시간 유지되거나, 상기 현재 송신률이 상기 임계 송신률보다 작은 값인 상태로 상기 일정 시간 유지되면, 상기 네트워크의 상태가 변경된 것으로 판단함을 특징으로 하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 장치.

청구항 24

제22항에 있어서,

상기 현재 송신률이 상기 임계 송신률보다 큰 값인 상태로 일정 시간 유지되면,

상기 송신률 제어부는, 상기 최대 송신률을 다시 결정하고, 상기 다시 결정된 최대 송신률에 따라 상기 임계 송

신률을 다시 결정하고,

상기 윈도우 제어부는, 상기 다시 결정된 임계 송신률에 따라 상기 혼잡 윈도우의 크기를 다시 조정함을 특징으로 하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 장치.

청구항 25

제22항에 있어서,

상기 현재 송신률이 상기 임계 송신률보다 작은 값인 상태로 상기 일정 시간 유지되면, 상기 송신률 제어부는, 상기 임계 송신률을, 상기 임계 송신률보다 작은 값인 상태로 상기 일정 시간 유지된 현재 송신률로 다시 설정함을 특징으로 하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 장치.

청구항 26

제14항에 있어서, 상기 윈도우 제어부는,

상기 제14항에서 결정된 방식에 동일한 방식에 의하여 수신기에서 결정된 수신 혼잡 윈도우의 크기 정보를 수신하고, 상기 수신한 수신 혼잡 윈도우의 크기 정보와, 상기 제14항에서 결정된 상기 혼잡 윈도우의 크기를 이용하여, 최종적인 혼잡 윈도우의 크기를 결정함을 특징으로 하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 통신 시스템에서 TCP(Transmission Control Protocol)의 혼잡 제어 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] OSI(Open System Interconnection) 7계층 또는 TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol) 5계층 분류에서 제4계층에 해당하는 송신 계층(Transport layer)은 크게 두 가지 기능을 수행한다.

[0003] 첫 번째로, 송신 계층은, 인터넷을 포함하는 다중 홉으로 구성된 통신 네트워크에서, 송신 노드가 상기 네트워크를 통하여 주입하는 데이터의 양을 수신 단말의 상태 및/또는 성능에 따라 조절하는 기능을 수행하는데, 이 기능을 "흐름 제어(flow control)"라고 한다.

[0004] 두 번째로, 송신 계층은, 송신 노드가 네트워크를 통해 주입하는 데이터의 양을 상기 네트워크를 이루는 링크들의 상태 및/또는 성능에 따라 조절하는 기능을 수행하는 데, 이 기능을 "혼잡제어(congestion control)"라 한다. 상기 혼잡제어는 해당 네트워크를 공용으로 사용하는 다수의 네트워크 플로우들 사이에서 공평성(fairness)을 확보하는 역할도 수행한다.

[0005] 상기 송신 계층에서 접속 지향성의 대표적인 송신 프로토콜로, TCP(Transmission Control Protocol)가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 기존의 TCP 혼잡 제어 설계는 최대 가용 대역폭 내에서의 송신률(throughput)을 최대화하는 것에 중점을 두고 있으며, TCP 혼잡 제어의 또 하나의 성능 지표인 지연 시간은 고려되지 않았다.

[0007] 본 개시는 통신 시스템에서 높은 송신률과 낮은 지연시간 동시에 보장하기 위한 TCP 혼잡 제어 방법 및 장치를 제공한다.

[0008] 본 개시는 통신 시스템에서 TCP 혼잡 제어를 위하여 혼잡 윈도우의 크기를 제어하기 위한 방법 및 장치를 제공한다.

[0009] 본 개시는 통신 시스템에서 변경된 네트워크 상태를 반영하여 혼잡 윈도우의 크기를 제어하기 위한 방법 및 장

치를 제공한다.

[0010] 본 개시는 통신 시스템에서 네트워크 상태의 변경 여부를 판단하기 위한 방법 및 장치를 제공한다.

[0011] 본 개시는 통신 시스템에서 수신기에서 결정된 수신 혼잡 윈도우의 크기를 송신기의 혼잡 윈도우의 크기 설정에 반영하기 위한 방법 및 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 개시가 제공하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 방법은, 혼잡 윈도우의 크기를 소정 시간 단위로 증가시키면서, 네트워크의 최대 송신률을 결정하는 과정과, 상기 결정된 최대 송신률에 대한 소정 비율로 결정되는 임계 송신률을 결정하는 과정과, 현재 송신률이 상기 임계 송신률 이상이 되고, 지연 시간이 최대 허용 지연 시간 이하가 되도록, 상기 혼잡 윈도우의 크기를 조정하는 과정을 포함한다.

[0013] 본 개시가 제공하는 통신 시스템의 TCP 혼잡 제어 장치는, 혼잡 윈도우의 크기를 소정 시간 단위로 증가시키면서, 네트워크의 최대 송신률을 결정하고, 상기 결정된 최대 송신률에 대한 소정 비율로 결정되는 임계 송신률을 결정하는 송신률 제어부와, 현재 송신률이 상기 임계 송신률 이상이 되고, 지연 시간이 최대 허용 지연 시간 이하가 되도록, 상기 혼잡 윈도우의 크기를 조정하는 윈도우 제어부를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 개시의 실시예에 의한 통신 시스템을 설명하는 도면,

도 2는 본 개시에 의한 TCP 혼잡 제어 방식을 수행하는 방법을 설명하는 도면,

도 3은 본 개시의 실시예에 의한 TCP 혼잡 제어를 수행하는 TCP 송신부의 장치 구성을 설명하는 도면,

도 4는 본 개시의 실시예에 의한 TCP 혼잡 제어에 의하여, 혼잡 윈도우 크기의 변화에 따라 최대 송신률, 임계 송신률, 현재 송신률 및 지연 시간을 설명하는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 하기에서 본 개시를 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 개시의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 이하 첨부된 도면을 참조하여 상기한 본 개시의 실시예를 구체적으로 설명하기로 한다.

[0017] 이하에서 설명되는 본 개시의 실시예들은 설명의 편의를 위하여 분리된 것이지만, 상호 충돌되지 않는 범위 내에서 적어도 둘 이상의 실시예는 결합되어 수행될 수 있다.

[0018] 이하에서 후술되는 용어들은 본 개시의 실시예들에서의 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.

[0019] 본 개시의 실시예는 다양한 변형을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예들을 가질 수 있는바, 특정 실시 예들을 도면들에 예시하여 상세하게 설명한다. 그러나 이는 본 개시를 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 개시의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변형, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0020] 또한, 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 개시의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0021] 또한, 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 개시를 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야

한다.

- [0022] 또한, 본 개시의 실시예들에서, 별도로 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 개시의 실시예에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0023] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 다양한 실시 예들을 상세히 설명한다. 이때, 첨부된 도면들에서 동일한 구성 요소는 가능한 동일한 부호로 나타내고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 개시의 요지를 흐리게 할 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략할 것이다. 하기의 설명에서는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 동작을 이해하는데 필요한 부분만이 설명되며, 그 이외 부분의 설명은 본 개시의 요지를 흐트리지 않도록 생략될 것이라는 것을 유의하여야 한다.
- [0024] 본 개시에서 제안하는 장치 및 방법은 롱 텀 에볼루션(Long-Term Evolution: LTE) 이동 통신 시스템과, 롱 텀 에볼루션-어드밴스드(Long-Term Evolution-Advanced: LTE-A) 이동 통신 시스템과, 고속 하향 링크 패킷 접속(high speed downlink packet access: HSDPA) 이동 통신 시스템과, 고속 상향 링크 패킷 접속(high speed uplink packet access: HSUPA) 이동 통신 시스템과, 3세대 프로젝트 파트너쉽 2(3rd generation project partnership 2: 3GPP2)의 고속 레이트 패킷 데이터(high rate packet data: HRPD) 이동 통신 시스템과, 3GPP2의 광대역 부호 분할 다중 접속(Wideband Code Division Multiple Access: WCDMA) 이동 통신 시스템과, 3GPP2의 부호 분할 다중 접속(Code Division Multiple Access: CDMA) 이동 통신 시스템과, 국제 전기 전자 기술자 협회(Institute of Electrical and Electronics Engineers: IEEE) 802.16m 통신 시스템과, 진화된 패킷 시스템(Evolved Packet System: EPS)과, 모바일 인터넷 프로토콜(Mobile Internet Protocol: Mobile IP) 시스템 등과 같은 다양한 통신 시스템들에 적용 가능하다.
- [0026] 본 개시의 상세한 설명에 앞서, TCP 혼잡 제어의 동작 원리에 대하여 간략히 설명한다.
- [0027] TCP는 기본적으로 혼잡 윈도우의 크기를 최대 가용 대역폭에 근접하게 유지하도록 하여 혼잡 제어를 수행한다. "혼잡 윈도우의 크기"는 1회의 데이터 송신 시에 송신하는 데이터의 양을 결정한다. TCP 혼잡 제어에서는 혼잡 윈도우의 크기를 현재 네트워크의 최대 가용 대역폭에 가장 근접하게 유지한 상태에서 데이터를 송신하여, 네트워크가 혼잡하지 않은 상태에서 데이터를 효율적으로 송신할 수 있다. 이를 위하여 TCP 혼잡 제어의 설계 시에 해당 네트워크의 최대 가용 대역폭을 신속하게 찾아내고, 찾아낸 최대 가용 대역폭에 근접하게 혼잡 윈도우의 크기를 유지하는 것을 목표로 한다. 이를 위하여 대부분의 TCP 혼잡 제어는 송신 제어를 시작하면, 네트워크에 주입하는 데이터의 패킷의 양을 공격적으로 증가시켜서 최대 가용 대역폭을 신속히 찾아낸다.
- [0028] 상술한 TCP 혼잡 제어의 개념을 아래에서 간략한 예를 들어 설명한다. 다만, 아래의 예는 TCP 혼잡 제어의 개념을 설명하기 위한 일 예일 뿐이며, 아래 예 외에도 다양한 혼잡 제어 방식이 활용되고 있다.
- [0029] TCP 혼잡 제어에서는, 데이터 패킷을 송신하기 위한 송신 제어를 시작하면, 네트워크에 주입되는 데이터 패킷의 양을 증가시키면서 최대 가용 대역폭을 찾는다.
- [0030] 일 예로, 1번 송신 시에 혼잡 윈도우의 크기를 1로 설정하고, 설정된 혼잡 윈도우 크기에 따라 1번 송신 시 1개의 패킷을 송신하고, ACK을 대기한다. 상기 1번 송신에 대하여 ACK을 수신하였다면, 2번 송신 시 혼잡 윈도우 크기를 2배로 증가시킨 2로 설정한다. 이때 임계값은 1로 설정한다. 참고로 임계값은 ACK을 수신하지 못한 경우, 혼잡 윈도우 크기를 감소시키는 값이다. 만일 1번 송신에 대한 ACK을 수신하였다면, 그에 따라 2번 송신 시에는 2개의 패킷을 송신하고 ACK을 대기한다. 2번 송신에 대하여 ACK을 수신하였다면, 3번 송신 시 혼잡 윈도우 크기를 다시 2배 증가시킨 4로 설정하고, 임계값은 2로 설정한다. 그에 따라 3번 송신 시 상기 4로 설정된 혼잡 윈도우 크기에 따라 4개의 패킷을 송신하고 ACK을 대기한다. 3번 송신에 대하여 ACK을 수신하였다면, 4번 송신 시 혼잡 윈도우 크기를 2배 증가시킨 8로 설정하고, 임계값을 4로 설정한다.
- [0031] 이런 식으로, 혼잡 윈도우 크기를 증가시키는데 N번째 송신 시에 혼잡 윈도우 크기가 1024로 설정되고, 임계값은 512로 설정되어, 1024의 혼잡 윈도우 크기에 따라 1024개의 패킷을 송신하였는데, 상기 N번째 송신에 대하여 ACK을 수신하지 못하였다면, N+1번째 송신 시에 혼잡 윈도우 크기는 상기 N번째 송신 시에 설정된 임계값인 512로 설정된다.

- [0032] 이후, N+2번째 송신 시에는 512개의 패킷을 송신하고, 그에 대하여 ACK을 수신하였다면, N+3번째 송신 시의 혼잡 윈도우 크기는 N+2번째 송신 시의 윈도우 크기의 2배가 아니라, 소정 값(일 예로, 1)만큼 증가시킨 513이 되어, N+4번째 송신 시에는 513개의 패킷을 송신하게 된다.
- [0033] 상기 예에서, 혼잡 윈도우 크기가 1024로 설정된 N번째 송신에 대하여 처음으로 ACK을 수신하지 못하였으므로, 이때 네트워크가 "혼잡 상태"라고 판단하고, 상기 1024를 현재 네트워크의 "최대 가용 대역폭"으로 판단하고, 이후의 송신들에 대하여 상술한 바와 같은 혼잡 제어를 수행한다.
- [0034] 참고로, "네트워크의 혼잡 상태"란 "추가적인 패킷이 네트워크에 주입될 경우, 전체 네트워크 성능이 저하됨"을 의미한다. 또한, "네트워크의 최대 가용 대역폭"은 "해당 네트워크에 주입할 수 있는 적정 패킷 양의 최대값"을 의미한다. 네트워크의 최대 가용 대역폭이 결정되면, 그에 따라 현재 네트워크를 통한 데이터의 "최대 송신률(maximum throughput)"이 결정될 수 있다.
- [0035] 따라서 임의의 네트워크에서 해당 네트워크에 주입되는 패킷의 양이 증가할 때, "해당 네트워크가 혼잡 상태"가 되면, "네트워크의 최대 가용 대역폭에 도달"하였다고 판단할 수 있고, 상기 최대 가용 대역폭에 따라 해당 네트워크에서의 "최대 송신률"이 결정될 수 있다. 이후에는 상기 최대 송신률을 기준으로 혼잡 윈도우의 크기를 조절하여, TCP 혼잡 제어가 수행되는 것이 일반적이다. 따라서 TCP 혼잡 제어 수행 시, 최초에 네트워크가 혼잡 상태인지 여부를 판단해야 한다.
- [0036] 한편, 네트워크 혼잡 여부를 판단하는 방식은 크게 "손실 기반(Loss-based)" TCP 방식과 "지연기반(delay-based)" TCP 방식이 있다. 대부분의 TCP 혼잡 제어는 손실 기반 TCP를 이용하여 수행된다. 참고로, 손실 기반 TCP 혼잡 제어는 네트워크의 혼잡을 패킷 손실(packet drop)을 기준으로 판단하며, 지연 기반 TCP 혼잡 제어는 네트워크의 혼잡을 초기 왕복 지연 시간(RTT(Round-trip Delay Time))에 대하여 현재 지연 시간의 증가량을 기준으로 판단한다.
- [0037] 상기 손실 기반 TCP 혼잡 제어는 최대 가용 대역폭을 정확하게 찾아낼 수 있는 장점이 있다. 그러나 손실 기반 TCP 혼잡 제어는 최대 가용 대역폭을 찾기 위하여 지속적으로 손실을 발생시켜야 하는 단점이 있다. 또한, 무선 채널로 인한 패킷 손실과 같이, 손실의 발생 원인이 네트워크 대역폭 대비 주입된 패킷 양이 과도할 때 발생하는 큐잉(queueing)이 아닌 경우에는 최대 가용 대역폭 탐색에 실패하는 단점이 있다. 다만, 최근의 이동통신망에서의 무선 채널은 패킷 송신에 실패할 경우, 이를 MAC 계층에서 반복적으로 복구하며, 채널 상태 대비 MCS (모듈레이션 및 코딩) 레벨을 덜 공격적으로 설정하는 방법 등을 이용하여 무선 채널에서 발생하는 패킷 손실을 TCP 송수신단이 감지하지 못하도록 감출 수 있으므로 손실기반 TCP 를 최신의 무선 환경에 적용하는 것은 실질적으로 큰 문제를 일으키지 않는다.
- [0038] 상기 지연 기반 TCP 혼잡 제어는 네트워크에서 직접적인 패킷 손실이 발생하기 이전에 지연 시간의 증가를 기준으로 혼잡 제어를 할 수 있으므로, 패킷 손실을 방지할 수 있는 장점과 지연시간을 적정선에서 유지할 수 있는 장점이 있다. 반면, 지연 기반 TCP 혼잡 제어들은 낮은 공격성으로 인해 최대 가용 대역폭을 신속히 찾는 데 단점이 있을 수 있고, 네트워크의 상황이 급변하여 알고리즘 동작의 기준으로 삼는 초기 지연시간이 의미가 없어진 경우에는 최대 가용 대역폭의 탐색을 할 수 없다.
- [0040] 본 개시에 의한 TCP 혼잡 제어의 설명에 앞서 본 개시의 기본 개념을 간략히 설명한다.
- [0041] 본 개시에서 제안하는 TCP 혼잡 제어의 기본 개념은, TCP 혼잡 윈도우의 크기를 증가시키면서 현재 네트워크의 최대 송신률을 결정하고, 상기 결정된 최대 송신률에 대응하는 혼잡 윈도우의 크기를 조정하면서, 상기 최대 송신률에 대한 소정 비율(예를 들어, 95%) 이상의 임계 송신률이 유지되도록, 상기 혼잡 윈도우의 크기를 설정한다. 이렇게 하여, 송신률 성능의 측면에서 최대 송신률에 근접하는 임계 송신률 이상의 송신률을 유지하면서, 지연 시간 성능의 측면에서도 지연 시간이 크게 증가하지 않기 때문에, TCP 혼잡 제어 시 송신률의 성능 지표와 지연 시간의 성능 지표에서 우수한 성능을 유지할 수 있도록 한다.
- [0042] 이하에서 본 개시에 의한 실시예를 상세히 설명한다.
- [0043] 도 1은 본 개시의 실시예에 의한 통신 시스템을 설명하는 도면이다.
- [0044] 도 1을 참조하면, 통신 시스템은 서버(101)와 단말(131)을 포함하며, 서버(101)는 TCP 송신부(103)와 TCP 수신부(105)를 포함한다. 단말(131) 또한 TCP 송신부(135)와 TCP 수신부(133)를 포함한다. 도 1의 통신 시스템에서 서버(101)와 유선 인터넷(111)에 연결되고, 단말(131)은 기지국(123)을 통하여 무선 인터넷(121)에 연결된 상태

에서 서로 통신을 수행하는 것으로 도시되었다. 다만, 이는 일 예일 뿐, 본 개시에 의한 TCP 혼잡 제어 방식은 유선 통신 또는 무선 통신 시스템에서도 적용 가능하다.

[0045] 상기 도 1에서, 서버(101)와 단말(131) 각각은 데이터를 상대방 엔터티에게 송신할 수 있으며, 각각의 TCP 송신 부(103, 135)는 데이터 송신 시 본 개시에서 제안하는 TCP 혼잡 제어를 수행할 수 있다.

[0047] 이하에서는 본 개시에 의한 TCP 혼잡 제어 방식을 설명한다.

[0048] 본 개시에 의한 TCP 혼잡 제어는 소정의 시간 단위(i)마다 혼잡 윈도우의 크기를 증가시키면서, 매시간 단위(i)로 최대 송신률을 하기 <수학식 1>에 의하여 갱신한다. 여기서 상기 시간 단위(i)는 왕복 지연 시간(RTT)이 될 수 있다.

[0049] <수학식 1>

$$Tput_max(i) = \max(Tput_max(i-1), Tput_current(i))$$

[0050]

[0051] 상기 <수학식 1>은, i번째 시점에서의 최대 송신률($Tput_max(i)$)을, 현재 시점에서의 송신률($Tput_current(i)$)과, 이전 시점까지의 최대 송신률($Tput_max(i-1)$) 중 큰 값으로 결정함을 의미한다. 참고로, 매 시간마다 혼잡 윈도우의 크기를 증가시키는 방식은 다양한 방식이 선택될 수 있다. 일 예로, 혼잡 윈도우 크기는 매 시간마다 현재 혼잡 윈도우 크기의 2배로 설정될 수 있다. 이는 하기 <수학식 2>로 표현된다.

[0052] <수학식 2>

$$CWND(i) = CWND(i-1) * 2$$

[0053]

[0054] 만일, 상기 <수학식 1>에 의하여 결정된 최대 송신률이 소정 시간(일 예로, $3 * RTT$) 동안 유지된다면, 즉, 최대 송신률이 소정 시간 동안 증가되지 않는다면, 하기 <수학식 3>을 이용하여 상기 최대 송신률의 소정 비율(X%)에 해당하는 임계 송신률($Tput_threshold$)을 설정한다. 이때 상기 최대 송신률의 소정 비율(X%)는 통상적으로 90% 이상의 값으로 설정되지만, 네트워크 상태 또는 송수신 엔터티들의 상태에 따라 95% 또는 그 이상의 값으로 설정될 수 있다. 상기 임계 송신률을 설정 할 때에는 지연 시간이 시스템이 지원하고자 하는 최대 지연 시간 이상이 되지 않도록, 지연 시간을 고려하여 임계 송신률을 결정할 수 있다. 이는 TCP 혼잡 제어를 수행하면서, 송신률 성능과 지연 시간 성능을 모두 만족시키기 위함이다.

[0055] <수학식 3>

$$Tput_threshold(i) = Tput_max(i) * X / 100$$

[0056]

[0057] 상기 <수학식 3>에 의하여 임계 송신률($Tput_threshold$)이 설정된 이후에는, 상기 설정된 임계 송신률에 기초하여 혼잡 윈도우 크기를 조절한다. 혼잡 윈도우 크기는 다양한 방식에 의하여 조정될 수 있으며, 일 예로, PI(Proportional-Integral) 방식이 사용될 수 있다. 하기 <수학식 4>는 PI 방식에 의하여 혼잡 윈도우 크기를 조정하는 방식을 표현한다.

[0058] <수학식 4>

$$CWND(i) = CWND(i-1) + G * (E(i) + intE(i)), \quad (E(i) + intE(i)) \leq 0$$

$$CWND(i) = CWND(i-1) + 2 * G * (E(i) + intE(i)), \quad (E(i) + intE(i)) > 0$$

$$E(i) = 1 - Tput_current / Tput_threshold$$

$$intE(i) = (1 - \lambda) * intE(i-1) + \lambda * E(i)$$

[0059]

[0061] 상기 E(i)는 1에서 (현재 송신률/임계 송신률)을 뺀 값이다.

[0062] 상기 intE(i)는 이전 시점에 대한 E(i-1)값들과 현재 시점의 E(i)값들에 각각 가중치를 곱하여 합산한 값이다. 이는 E(i)의 적분 값을 간략히 계산하기 위한 것이다. 따라서 intE(i)는 E(i)의 적분 값으로 계산될 수도 있다.

[0063] 상기 G는 혼잡 윈도우 크기의 제어 상수로서, 네트워크 상태 등을 반영하여 설정될 수 있는 값이며, 통상적으로 "50"으로 설정될 수 있다.

[0064] 상기 λ는 이동 평균에서의 가중치 상수이며, 통상적으로 1/8에 인접한 값으로 설정된다. 이는 커널에서 계산하기 어려운 적분식을 대체하기 위한 것이다.

[0066] 상기 <수학식 4>의 첫 번째 항목을 참조하면, <E(i) + intE(i)>의 값이 0 또는 음수이면, 현재 시점의 혼잡 윈도우의 크기 CWND(i)는 이전 시점의 혼잡 윈도우의 크기 CWND(i-1)에 <E(i) + intE(i)>에 제어 상수 G(G>0)를 곱한 값을 더한다. 이는 현재 시점의 혼잡 윈도우의 크기를 이전 시점의 혼잡 윈도우의 크기보다 감소시키기 위한 수식이다.

[0067] 일 예로, 최대 송신률이 110이고, 임계 송신률이 100으로 설정된 상태를 가정하자.

[0068] i=1에서 현재 송신률이 100이라면, E(1)=(1-100/100)=0이고, intE(1)=0이다. 따라서 <E(1) + intE(1)> 값이 0 이므로, 상기 <수학식 4>의 첫 번째 부분이 적용되어, CWND(1) = CWND(0)+G*(0+0)=CWND(0)이 된다. 따라서 i=1에서의 혼잡 윈도우의 크기는 i=0에서의 혼잡 윈도우의 크기와 동일하다.

[0069] 이후, i=2에서 현재 송신률이 105이고, λ가 1/8이라면, E(2)=(1-105/100)=-0.05이고, intE(2)= (1-1/8)*E(1)+ 1/8*E(2)=0+(1/8*(-0.05))=-0.05/8이다. 따라서, <E(2) + intE(2)> 값이 음수이므로, 상기 <수학식 4>의 첫 번째 부분이 적용되어, CWND(2) = CWND(1)+G*(-0.05) < CWND(1)이 된다. 따라서 i=2에서의 혼잡 윈도우의 크기는 i=1에서의 혼잡 윈도우의 크기보다 작아진다.

[0070] 즉, 상기 <수학식 4>의 첫 번째 부분은 혼잡 윈도우의 크기를 감소시키는 과정이다. 이는 현재 송신률이 임계 송신률보다 큰 경우에 혼잡 윈도우의 크기를 감소시켜서, 현재 송신률이 임계 송신률에 근접하도록 하기 위함이다. 다만, 주의할 점은 상기 첫 번째 부분이 반드시 현재 송신률이 임계 송신률보다 큰 경우에만 적용되는 것은 아니면, 경우에 따라서는 현재 송신률이 임계 송신률보다 작더라도 <E(i) + intE(i)>의 값이 0 또는 음수라면 적용될 수도 있다.

[0071] 반면, 상기 <수학식 4>의 두 번째 부분은 상기 첫 번째 부분에 대한 예와 반대로 혼잡 윈도우의 크기를 증가시키는 과정이다. 이는 현재 송신률이 임계 송신률보다 작은 경우에 혼잡 윈도우의 크기를 증가시켜서, 현재 송신률이 임계 송신률에 근접하도록 하도록 하기 위함이다. 다만, 주의할 점은 상기 두 번째 부분이 반드시 현재 송신률이 임계 송신률보다 작은 경우에만 적용되는 것은 아니면, 경우에 따라서는 현재 송신률이 임계 송신률보다 작더라도 <E(i) + intE(i)>의 값이 양수라면 적용될 수 있다.

[0072] 한편, 상기 <수학식 4>에서 첫 번째 부분에서는 <E(i) + intE(i)>에 G를 곱하였지만, 두 번째 부분에서는 <E(i) + intE(i)>에 2G를 곱한 것을 볼 수 있다. 즉, 혼잡 윈도우를 감소시킬 때는 <E(i) + intE(i)>의 G배를 감소시키지만, 혼잡 윈도우를 증가시킬 때는 <E(i) + intE(i)>의 2G배를 증가시킨다. 이처럼 혼잡 윈도우의 크기를 조

정할 때, 증가시키는 비율을 감소시키는 비율보다 크게 설정한 것은, 현재 송신률이 임계 송신률 이하일 때, 더 큰 비율로 현재 송신률을 증가시켜서 송신률을 안정적으로 보장하기 위함이다. 다만, 상기 <수학식 4>의 두 번째 부분에서는 G에 "2"를 곱하였지만, 이는 일 예일 뿐, G에 곱해지는 상수 값은 시스템 설정에 따라 달라질 수 있음은 물론이다.

[0073] 상술한 <수학식 2> 내지 <수학식 4>에 따라 혼잡 윈도우 크기를 조정하면, 송신률은 임계 송신률과 최대 송신률 사이의 송신률을 안정적으로 지원하고, 그에 따라 지연 시간 또한 최대 허용 지연 시간 이상으로 증가하지 않게 된다.

[0074] 한편, 혼잡 윈도우 크기를 조정하는 다른 방식으로, 하기 <수학식 5>에 의한 P(Proportional) 방식이 사용될 수도 있다.

[0075] <수학식 5>

$$CWND(i) = CWND(i-1) + G * E(i), \quad E(i) \leq 0$$

$$CWND(i) = CWND(i-1) + 2 * G * E(i), \quad E(i) > 0$$

[0076]

[0077] 상기 <수학식 5>를 상기 <수학식 4>와 비교하면, <수학식 4>에서는 $intE(i)$ 를 포함하여 혼잡 윈도우 크기를 결정하였지만, <수학식 5>의 P 방식에서는 $intE(i)$ 를 포함하지 않고 $E(i)$ 만을 이용하여 혼잡 윈도우 크기를 결정한다는 차이가 있다. 한편, 상기 <수학식 4>에서 설명된 혼잡 윈도우 크기를 조정하는 방식은 상기 <수학식 5>의 P 방식에서도 적용될 수 있다.

[0078] 한편, 상술한 바에 따라 최대 송신률 및 임계 송신률을 설정하고, 그에 따라 혼잡 윈도우 크기를 조정하면서, TCP 혼잡 제어를 수행하는 중에, 네트워크 상태가 변경될 수 있을 것이다. 본 개시에서는 이처럼 TCP 혼잡 제어 중에 네트워크 상태가 변화된 경우, 변화된 네트워크 상태를 반영하기 위하여, 이미 설정된 최대 송신률 및/또는 임계 송신률을 다시 설정할 수 있다.

[0079] 참고로, 네트워크 상태가 변화되었는지 여부는 현재 송신률과 임계 송신률을 비교하여 판단할 수 있다.

[0080] 일 예로, 현재 송신률이 이미 설정된 임계 송신률보다 높은 값인 상태로 소정 시간(예를 들어, $3 * RTT$) 동안 유지되면, 네트워크가 개선되었다고 판단하고, 반대로, 현재 송신률이 이미 설정된 임계 송신률보다 낮은 값인 상태로 소정 시간(예를 들어, $3 * RTT$) 동안 유지되면 네트워크가 악화되었다고 판단할 수 있다.

[0081] 또 다른 예로, 현재 송신률이 이미 설정된 임계 송신률보다 소정 비율(예를 들어, 5%) 이상 소정 시간 유지되면 네트워크 상태가 개선되었다고 판단하고, 반대로, 현재 송신률이 이미 설정된 임계 송신률보다 소정 비율(예를 들어, 5%) 이하로 소정 시간 유지되면 네트워크 상태가 악화되었다고 판단할 수 있다. 이 경우에는 상기 첫 번째 예보다 짧은 시간(예를 들어, $2 * RTT$)을 기준으로 네트워크 변화 여부를 판단할 수 있을 것이다.

[0082] 상술한 기준에 따라 네트워크 상태가 개선되었다고 판단되면, 상기 <수학식 1> 및 <수학식 3>에 의하여 변화된 네트워크 상태를 반영하여 최대 송신률, 임계 송신률을 다시 설정할 수 있고, 그에 따라 <수학식 5>에 의하여 혼잡 윈도우 크기를 재조정할 수 있다.

[0083] 한편, 상술한 기준에 따라 네트워크 상태가 악화되었다고 판단되면, 하기 <수학식 5>에 의하여 임계 송신률을 현재의 송신률로 다시 설정할 수 있다.

[0084] <수학식 6>

$$T_{put_threshold}(i) = T_{put_current}(i)$$

[0085]

[0086] 또한, 하기 <수학식 7>에 따라 최대 송신률을 다시 설정할 수 있다.

[0087] <수학식 7>

$$T_{put_max}(i) = T_{put_threshold}(i) * 100 / X$$

[0088]

[0089] 상기 X는 앞서 <수학식 3>에서 설정된 임계 송신률 비율이며, 이값은 설정에 따라 달라질 수 있음을 이미 설명된 바와 같다.

[0090] 상기 <수학식 6> 및 <수학식 7>에 의하여 악화된 네트워크 상태를 반영하여 임계 송신률과 최대 송신률이 다시 설정되면, 이후, 상기 <수학식 4> 또는 <수학식 5>에 의하여 혼잡 윈도우 크기를 조정하면서 혼잡 제어를 수행한다.

[0091] 도 2는 본 개시에 의한 TCP 혼잡 제어 방식을 수행하는 방법을 설명하는 도면이다. 이 동작들은 서버 또는 단말의 TCP 송신부에서 수행된다.

[0092] 201단계에서 TCP 송신부는 매 단위 시간(i), 일 예로, RTT마다 혼잡 윈도우의 크기를 증가시키면서, 현재 네트워크의 최대 송신률을 결정한다. 구체적인 결정 방식은 상기 <수학식 1>에서 설명된 바와 같다.

[0093] 203단계에서 TCP 송신부는 결정된 최대 송신률에 대한 소정의 임계 송신률을 설정한다. 임계 송신률을 설정할 때에는 지연 시간을 고려하여 설정한다. 즉, 지연 시간이 시스템에서 설정한 최대 지연 시간을 넘지 않는 범위 내의 값이 되도록 임계 송신률을 설정한다. 구체적인 설정 방식은 상기 <수학식 3>에서 설명된 바와 같다.

[0094] 205단계에서 TCP 송신부는 설정된 임계 송신률에 기초하여 혼잡 윈도우 크기를 조정하면서, TCP 혼잡 제어를 수행한다. 즉, 현재의 송신률이 임계 송신률 이상에서 최대 송신률 사이에서 변화될 수 있도록, 혼잡 윈도우 크기를 조정한다. 이렇게 하면 임계 송신률이 지연 시간을 고려하여 설정되었기 때문에, 송신률은 임계 송신률 이상의 값이 되고, 지연 시간은 최대 지연 시간 이하의 값을 유지한 상태가 되도록 혼잡 윈도우의 크기가 조정이 되므로, 송신률 측면과 지연 시간 측면의 성능을 모두 고려한 TCP 혼잡 제어가 수행된다. 구체적인 조정 방식은 상기 <수학식 4> 또는 <수학식 5>에서 설명된 바와 같다.

[0095] 다만, 도 2의 설명에 따라 TCP 혼잡 제어를 수행하는 중에 네트워크 환경이 변화된다면, 이를 반영하여 최대 송신률 및/또는 임계 송신률을 다시 설정할 수 있음은 앞서 설명된 바와 같다.

[0097] 도 3은 본 개시의 실시예에 의한 TCP 혼잡 제어를 수행하는 TCP 송신부의 장치 구성을 설명하는 도면이다.

[0098] 본 개시에 의한 TCP 송신부는 크게 RTT 측정부(301), 송수신부(303), TCP 제어부(311)를 포함한다. TCP 제어부(311)는 송신률 측정부(313), 윈도우 제어부(315), 송신률 제어부(317) 및 이득 제어부(319)를 포함한다.

[0099] RTT 측정부(301)는 TCP 혼잡 제어에 필요한 왕복 지연 시간(RTT)를 측정하고, 측정된 RTT 정보를 TCP 제어부(311)로 전달한다.

[0100] 송수신부(303)는 TCP 혼잡 제어에 따른 데이터 송수신을 수행한다. 특히, 상대방 엔터티로부터 ACK/DUPACK 정보를 수신하고, 이를 TCP 제어부(311)로 전달한다. 참고로 TCP에서는 Duplicate ACK(DUPACK)이 이용하여 NACK의 기능을 수행한다.

[0101] TCP 제어부(311) 내의 송신률 측정부(313)는 TCP 혼잡 제어 중에 매시간 단위로 송신률을 측정하고, 측정된 송신률 정보를 송신률 제어부(317)로 전달한다.

[0102] 송신률 제어부(317)는 전달받은 현재 송신률을 바탕으로 상기 <수학식 1>에서 설명된 바와 같이 최대 송신률을 결정한다. 최대 송신률 결정 시에는 송수신부(303)로부터 전달받은 ACK/DUPACK 정보가 이용된다. 즉, ACK을 수신하지 못하거나, DUPACK을 수신한 경우 데이터 손실이 발생하였음을 알 수 있고, 데이터 손실이 발생한 시점을 네트워크가 혼잡 상태에 진입한 시점으로 판단하고, 그 시점에서의 송신률을 최대 송신률로 결정한다. 또한, 상기 결정된 최대 송신률에 기초하여 상기 <수학식 3>에서 설명된 바와 같이 임계 송신률을 결정한다. 여기서 임계 송신률 결정 시에 RTT 측정부(301)로부터 전달받은 지연 시간 정보를 고려한다. 즉, 지연 시간 정보가 시스템에서 설정한 최대 지연 시간 이하가 될 수 있도록 임계 송신률을 결정한다. 한편, 송신률 제어부(317)는 이렇게 결정된 임계 송신률과 현재 송신률의 정보를 윈도우 제어부(315)로 전달한다. 또한, 송신률 제어부(317)는 네트워크의 상태 변화를 반영하여, 최대 송신률 및 임계 송신률을 재설정할 수 있다. 이에 대한 구체적인 내용은

은 앞서 설명된 바와 같다.

- [0103] 윈도우 제어부(315)는 소정 시간 단위로 혼잡 윈도우의 크기를 증가시켜서 송신률 제어부(317)가 최대 송신률을 결정할 수 있도록 한다. 또한, 송신률 제어부(317)로부터 전달받은 임계 송신률 정보와 현재 송신률 정보를 이용하여 상기 <수학식 4> 또는 <수학식 5>에서 설명된 바에 따라 혼잡 윈도우의 크기를 조정한다.
- [0105] 도 4는 본 개시의 실시예에 의한 TCP 혼잡 제어에 의하여, 혼잡 윈도우 크기의 변화에 따라 최대 송신률, 임계 송신률, 현재 송신률 및 지연 시간을 설명하는 도면이다.
- [0106] (a)는 혼잡 윈도우 크기를 변화시키는 도면이고, (b)는 혼잡 윈도우 크기의 변화에 따른 왕복 지연 시간을 도시한 것이고, (c)는 혼잡 윈도우 크기의 변화에 따라 최대 송신률, 임계 송신률 및 현재 송신률의 변화를 설명하는 도면이다.
- [0107] 먼저, (a)에서 참조 번호 401까지 혼잡 윈도우의 크기가 증가되고 있다. 그에 따라 (b)에서 참조 번호 402까지 왕복 지연 시간이 증가함을 볼 수 있다. 또한, (c)에서 참조 번호 403까지 송신률이 증가함을 볼 수 있다. 참조 번호 401에서 패킷 손실이 발생하였다고 가정하면, 그 시점의 송신률을 최대 송신률로 결정할 수 있다. 이는 참조 번호 405에 도시되었다. 한편, 최대 송신률이 결정된 이후에는 최대 송신률 값에 대한 소정 비율로 임계 송신률을 결정한다. 임계 송신률은 참조 번호 407에 도시되었다.
- [0108] 이렇게 최대 송신률(405) 및 임계 송신률(407)이 결정되면, (a)에서 혼잡 윈도우의 크기를 감소시킨다. 다만, 혼잡 윈도우는 현재 송신률이 임계 송신률 이하가 되지 않고, 지연 시간이 소정의 최대 지연 시간 이하의 값이 될 수 있을 정도로 감소된다. 이는 참조 번호 411에 도시되었다. 즉, 참조 번호 411에서는 혼잡 윈도우 크기가 감소되지만, 현재 송신률은 임계 송신률 이하의 값이 되지 않도록 한다. 411구간에서 혼잡 윈도우 크기가 감소함에도 불구하고, 참조 번호 413 구간에서 현재 송신률이 임계 송신률 이상의 값을 유지함을 볼 수 있다.
- [0109] 다만, 참조 번호 414 구간에서는 현재 송신률이 임계 송신률 이하의 값이 되었다. 이 경우에는 현재 송신률이 임계 송신률(407) 이상의 값이 되도록 혼잡 윈도우 크기를 다시 증가시켜야 할 필요가 있다. 따라서 참조 번호 421 구간에서 혼잡 윈도우 크기가 증가됨을 볼 수 있다.
- [0110] 참조 번호 423 구간에서는 상기 421 구간에서 혼잡 윈도우의 크기를 증가시킴에 따라, 현재 송신률이 최대 송신률(405)에 근접하였다. 그에 따라 참조 번호 421 구간 이후의 구간에서는 다시 혼잡 윈도우의 크기를 감소시킴을 볼 수 있다.
- [0111] 한편, 지연 시간의 측면에서, (b)의 422 시점 이후에는 왕복 지연 시간이 일정한 범위 내에서 유지됨을 볼 수 있다. 이는 앞서 설명된 것처럼, 임계 송신률을 설정할 때에 지연 시간을 고려하여 설정하였기 때문이다.
- [0112]
- [0113] 지금까지 단말 또는 서버의 TCP 송신부에서 수행될 수 있는 TCP 혼잡 제어에 대하여 설명하였다.
- [0114] 상술한 실시예를 바탕으로, 추가적으로 가능한 변형 실시예에 대하여 간략히 설명한다.
- [0115] 단말 또는 서버가 송신기로 동작할 경우, 상술한 것처럼 TCP 송신부의 혼잡 제어 방식이 사용될 수 있다. 다만, 단말 또는 서버가 수신기로 동작할 경우에는 상술한 바에 의하여 수신기의 최대 송신률, 임계 송신률을 결정하고, 그에 기초하여 조정된 수신기의 혼잡 윈도우 크기를 결정하고, 결정된 수신기의 혼잡 윈도우 크기 정보를 상대방인 송신기로 알릴 수 있다. 그러면, 송신기는 수신기로부터 수신한 수신 혼잡 윈도우의 크기 정보와, 상술한 바에 의하여 결정된 송신기의 혼잡 윈도우 크기 정보를 이용하여 최종적인 혼잡 윈도우의 크기를 결정할 수도 있을 것이다. 이러한 동작은 상기 도 3의 송신률 제어부(317) 및 윈도우 제어부(315) 추가로 수행될 수 있다.
- [0117] 지금까지 설명된 본 개시의 실시예들의 특정 측면들은 컴퓨터 리드 가능 기록 매체(computer readable recording medium)에서 컴퓨터 리드 가능 코드(computer readable code)로서 구현될 수 있다. 컴퓨터 리드 가능 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의해 리드될 수 있는 데이터를 저장할 수 있는 임의의 데이터 저장 디바이스이다. 상기 컴퓨터 리드 가능 기록 매체의 예들은 리드 온니 메모리(Read-Only Memory: ROM)와, 랜덤-접속 메모리(랜덤-Access Memory: RAM)와, CD-ROM들과, 마그네틱 테이프(magnetic tape)들과, 플로피 디스크(floppy dis

k)들과, 광 데이터 저장 디바이스들, 및 캐리어 웨이브(carrier wave)들(상기 인터넷을 통한 데이터 송신과 같은)을 포함할 수 있다. 상기 컴퓨터 리드 가능 기록 매체는 또한 네트워크 연결된 컴퓨터 시스템들을 통해 분산될 수 있고, 따라서 상기 컴퓨터 리드 가능 코드는 분산 방식으로 저장 및 실행된다. 또한, 본 개시를 성취하기 위한 기능적 프로그램들, 코드, 및 코드 세그먼트(segment)들은 본 개시가 적용되는 분야에서 숙련된 프로그래머들에 의해 쉽게 해석될 수 있다.

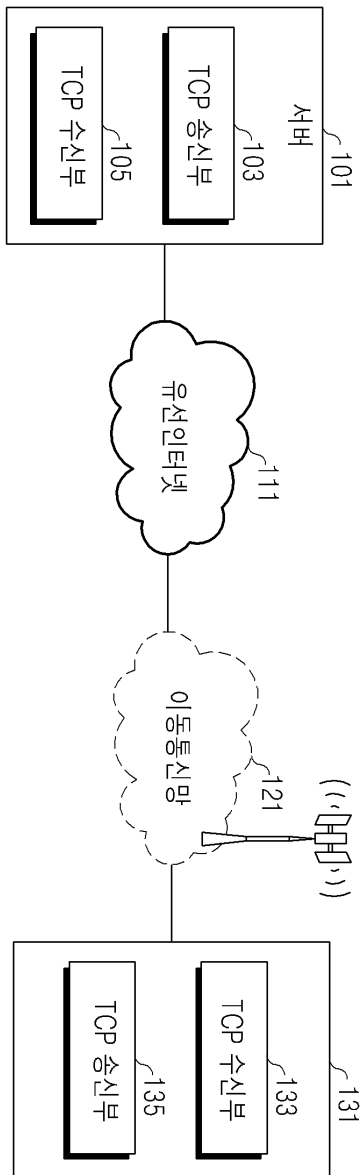
[0118] 또한, 본 개시의 일 실시예에 따른 장치 및 방법은 하드웨어, 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 조합의 형태로 실현 가능하다는 것을 알 수 있을 것이다. 이러한 임의의 소프트웨어는 예를 들어, 삭제 가능 또는 재기록 가능 여부와 상관없이, ROM 등의 저장 장치와 같은 휘발성 또는 비휘발성 저장 장치, 또는 예를 들어, RAM, 메모리 칩, 장치 또는 집적 회로와 같은 메모리, 또는 예를 들어 CD, DVD, 자기 디스크 또는 자기 테이프 등과 같은 광학 또는 자기적으로 기록 가능함과 동시에 기계(예를 들어, 컴퓨터)로 읽을 수 있는 저장 매체에 저장될 수 있다. 본 개시의 일 실시예에 따른 방법은 제어부 및 메모리를 포함하는 컴퓨터 또는 휴대 단말에 의해 구현될 수 있고, 상기 메모리는 본 개시의 실시 예들을 구현하는 지시들을 포함하는 프로그램 또는 프로그램들을 저장하기에 적합한 기계로 읽을 수 있는 저장 매체의 한 예임을 알 수 있을 것이다.

[0119] 따라서, 본 개시는 본 명세서의 임의의 청구항에 기재된 장치 또는 방법을 구현하기 위한 코드를 포함하는 프로그램 및 이러한 프로그램을 저장하는 기계(컴퓨터 등)로 읽을 수 있는 저장 매체를 포함한다. 또한, 이러한 프로그램은 유선 또는 무선 연결을 통해 전달되는 통신 신호와 같은 임의의 매체를 통해 전자적으로 이송될 수 있고, 본 개시는 이와 균등한 것을 적절하게 포함한다

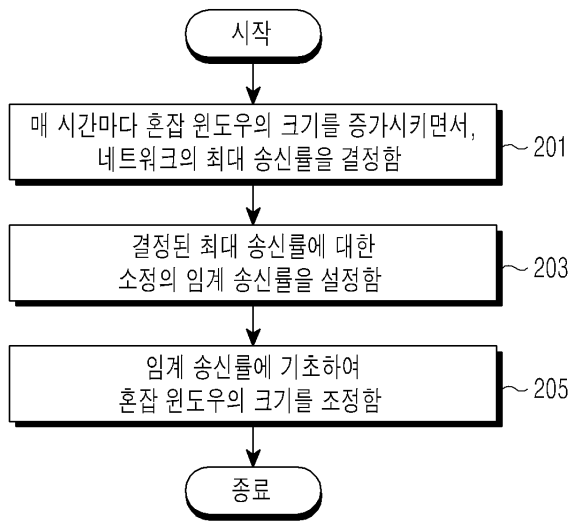
[0120] 또한, 본 개시의 일 실시예에 따른 장치는 유선 또는 무선으로 연결되는 프로그램 제공 장치로부터 상기 프로그램을 수신하여 저장할 수 있다. 상기 프로그램 제공 장치는 상기 프로그램 처리 장치가 기 설정된 콘텐츠 보호 방법을 수행하도록 하는 지시들을 포함하는 프로그램, 콘텐츠 보호 방법에 필요한 정보 등을 저장하기 위한 메모리와, 상기 그래픽 처리 장치와의 유선 또는 통신을 수행하기 위한 통신부와, 상기 그래픽 처리 장치의 요청 또는 자동으로 해당 프로그램을 상기 송수신 장치로 송신하는 제어부를 포함할 수 있다.

도면

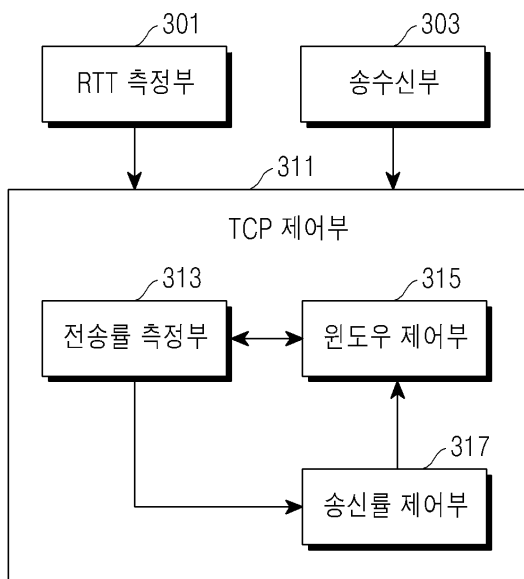
도면1



도면2



도면3



도면4

