



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0117461
(43) 공개일자 2012년10월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 28/22 (2009.01) H04W 36/14 (2009.01)
H04W 28/02 (2009.01)
(21) 출원번호 10-2011-0035225
(22) 출원일자 2011년04월15일
심사청구일자 2011년04월15일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
장주욱
서울특별시 마포구 백범로 35, 전자공학과 R807호 (신수동, 서강대학교)
김승수
서울특별시 구로구 도림로22길 8, 101동 2109호 (구로동, 이화우성아파트)
(74) 대리인
이지연

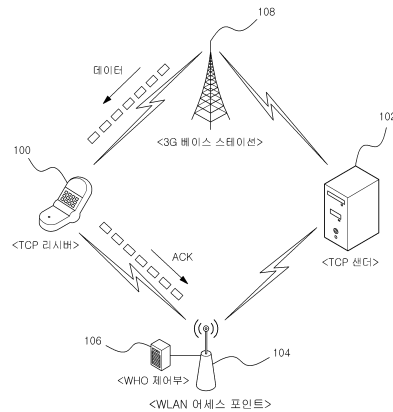
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 중첩된 망 환경에서 하향 수직 핸드오버시의 데이터 전송률 제어방법 및 시스템

(57) 요약

본 발명에 따르는 본 발명에 따르는 중첩된 망 환경에서 하향 수직 핸드오버시의 데이터 전송률 제어방법은, TCP 샌더가 듀얼 인터페이스를 통해 TCP 리시버로부터 ACK를 수신될 때마다, ACK 수신소요시간에 따른 RTT와 데이터 송신소요시간에 따른 RTT를 비교하여 하향 수직 핸드오버의 수행을 인지하는 단계; 상기 TCP 샌더가, 상기 TCP 리시버의 하향 수직 핸드오버의 수행을 인지한 후에, 미리 정해둔 수 이상의 Ack가 수신되면 상기 TCP 리시버의 하향 수직 핸드오버의 수행이 완료된 것으로 인지하는 단계; 구비하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2010-0014854

부처명 교육과학기술부

연구사업명 핵심 연구 지원 사업

연구과제명 차세대 무선 네트워크에서 IEEE 802.21 기반 핸드오버 시 TCP 성능 개선 프로토콜 개발

주관기관 서강대학교 산학협력단

연구기간 2010.05.01 ~ 2013.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

중첩된 망 환경에서 하향 수직 핸드오버시의 데이터 전송률 제어방법에 있어서,

TCP 샌더가 듀얼 인터페이스를 통해 TCP 리시버로부터 ACK를 수신될 때마다, ACK 수신소요시간에 따른 RTT와 데이터 송신소요시간에 따른 RTT를 비교하여 하향 수직 핸드오버의 수행을 인지하는 단계;

상기 TCP 샌더가, 상기 TCP 리시버의 하향 수직 핸드오버의 수행을 인지한 후에, 미리 정해둔 수 이상의 Ack가 수신되면 상기 TCP 리시버의 하향 수직 핸드오버의 수행이 완료된 것으로 인지하는 단계;

를 구비하는 것을 특징으로 하는 중첩된 망 환경에서 하향 버티컬 핸드오버시의 데이터 전송률 제어방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 TCP 샌더가 상기 TCP 리시버의 하향 수직 핸드오버 수행의 인지전에, 미리 정해둔 수의 ACK가 중복 수신될 때마다, 그때의 혼잡 윈도우 사이즈 값을 저장하는 단계;

상기 TCP 샌더가 상기 TCP 리시버의 하향 수직 핸드오버 수행이 완료된 것으로 인지한 후에, 가중 팩터 값을 산출하고, 그 가중 팩터 값과 상기 혼잡 윈도우 사이즈 값에 대응되게 슬로우 스타트 한계값을 산출하는 단계;

상기 슬로우 스타트 한계값에 따라 슬로우 스타트 페이즈 모드를 수행하는 단계;를 더 구비함을 특징으로 하는 중첩된 망 환경에서 하향 버티컬 핸드오버시의 데이터 전송률 제어방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 가중 팩터 값은,

이전 망의 중계장치에서의 버퍼 사이즈 및 대역폭 지연 프로덕트와 새로운 망의 중계장치에서의 버퍼 사이즈 및 대역폭 지연 프로덕트의 비율로 정해짐을 특징으로 하는 중첩된 망 환경에서 하향 버티컬 핸드오버시의 데이터 전송률 제어방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 TCP 샌더가,

상기 TCP 리시버의 하향 수직 핸드오버 수행을 인지한 후에,

새로운 망에 대한 RTO(Retransmission Timeout)를 산출하고,

상기 TCP 리시버의 하향 수직 핸드오버 수행이 완료되면, RTO를 산출된 RTO로 설정하는 단계를 더 구비함을 특징으로 하는 중첩된 망 환경에서 하향 버티컬 핸드오버시의 데이터 전송률 제어방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 TCP 샌더가 상기 TCP 리시버의 하향 수직 핸드오버 수행을 인지한 후부터 하향 수직 핸드오버 수행 완료를 인지할 때까지, 상기 TCP 리시버로부터 ACK가 수신될 때마다 그 ACK에 대한 다음 시퀀스 넘버를 저장하는 단계;

상기 TCP 샌더가 상기 TCP 리시버의 하향 수직 핸드오버 수행 완료를 인지한 후에, 상기 TCP 리시버로부터 미리 정해둔 수의 ACK가 중복 수신되면, 그 ACK의 시퀀스 넘버가 저장된 시퀀스 넘버보다 작으면, 이전 망을 통한 링크에서의 패킷 손실로 판단하여 혼잡 윈도우 사이즈를 유지하고 해당 ACK에 대응되는 패킷을 재전송하는 단계;를 더 구비함을 특징으로 하는 중첩된 망 환경에서 하향 버티컬 핸드오버시의 데이터 전송률 제어방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 TCP 샌더가 상기 TCP 리시버의 하향 수직 핸드오버 수행을 인지한 후부터 하향 수직 핸드오버 수행 완료를 인지할 때까지, 상기 TCP 리시버로부터 ACK가 수신될 때마다 그 ACK에 대한 다음 시퀀스 넘버를 저장하는 단계;

상기 TCP 샌더가 상기 TCP 리시버의 하향 수직 핸드오버 수행 완료를 인지한 후에, 상기 TCP 리시버로부터 미리 정해진 수의 ACK가 중복 수신되면, 그 ACK의 시퀀스 넘버가 저장된 시퀀스 넘버 이상이면, 새로운 망을 통한 링크에서의 패킷 손실로 판단하여 혼잡 윈도우 사이즈를 감소한 후에 해당 ACK에 대응되는 패킷을 재전송하는 단계;를 더 구비함을 특징으로 하는 중첩된 망 환경에서 하향 버티컬 핸드오버시의 데이터 전송률 제어방법.

청구항 7

중첩된 망 환경에서 하향 수직 핸드오버시의 데이터 전송률 제어를 위한 TCP 시스템에 있어서,

TCP 리시버; 및

듀얼 인터페이스를 통해 상기 TCP 리시버와 통신하는 TCP 샌더로 구성되며,

TCP 샌더가 듀얼 인터페이스를 통해 TCP 리시버로부터 ACK를 수신할 때마다, 상기 ACK 수신소요시간에 따른 RTT와 데이터 송신소요시간에 따른 RTT를 비교하여 하향 수직 핸드오버의 수행을 인지하고,

상기 TCP 샌더가 상기 TCP 리시버의 하향 수직 핸드오버의 수행을 인지한 후에, 미리 정해진 수 이상의 Ack가 수신되면 상기 TCP 리시버의 하향 수직 핸드오버의 수행이 완료된 것으로 인지함을 특징으로 하는 중첩된 망 환경에서 하향 버티컬 핸드오버시의 데이터 전송률 제어를 위한 TCP 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 TCP 샌더가, 상기 TCP 리시버의 하향 수직 핸드오버 수행의 인지전에, 미리 정해진 수의 ACK가 중복 수신될 때마다, 그때의 혼잡 윈도우 사이즈 값을 저장하고,

상기 TCP 리시버의 하향 수직 핸드오버 수행이 완료된 것으로 인지한 후에, 가중 팩터 값을 산출하고, 그 가중 팩터 값과 상기 혼잡 윈도우 사이즈 값에 대응되게 슬로우 스타트 한계값을 산출하고,

상기 슬로우 스타트 한계값에 따라 슬로우 스타트 페이즈 모드를 수행함을 특징으로 하는 중첩된 망 환경에서 하향 버티컬 핸드오버시의 데이터 전송률 제어를 위한 TCP 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 가중 팩터 값은,

이전 망의 중계장치에서의 버퍼 사이즈 및 대역폭 지연 프로덕트와 새로운 망의 중계장치에서의 버퍼 사이즈 및 대역폭 지연 프로덕트의 비율로 정해짐을 특징으로 하는 중첩된 망 환경에서 하향 버티컬 핸드오버시의 데이터 전송률 제어를 위한 TCP 시스템.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 TCP 샌더가,

상기 TCP 리시버의 하향 수직 핸드오버 수행을 인지한 후에,

새로운 망에 대한 RTO(Retransmission Timeout)를 산출하고,

상기 TCP 리시버의 하향 수직 핸드오버 수행이 완료되면, RTO를 산출된 RTO로 설정함을 특징으로 하는 중첩된 망 환경에서 하향 버티컬 핸드오버시의 데이터 전송률 제어를 위한 TCP 시스템.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 TCP 샌더가,

상기 TCP 리시버의 하향 수직 핸드오버 수행을 인지한 후부터 하향 수직 핸드오버 수행 완료를 인지할 때까지, 상기 TCP 리시버로부터 ACK가 수신될 때마다 그 ACK에 대한 다음 시퀀스 넘버를 저장하고,

상기 TCP 샌더가 상기 TCP 리시버의 하향 수직 핸드오버 수행 완료를 인지한 후에, 상기 TCP 리시버로부터 미리 정해진 수의 ACK가 중복 수신되면, 그 ACK의 시퀀스 넘버가 저장된 시퀀스 넘버보다 작으면, 이전 망을 통한 링크에서의 패킷 손실로 판단하여 혼잡 윈도우 사이즈를 유지하고 해당 ACK에 대응되는 패킷을 재전송함을 특징으로 하는 중첩된 망 환경에서 하향 버티컬 핸드오버시의 데이터 전송률 제어를 위한 TCP 시스템.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 TCP 샌더가,

상기 TCP 리시버의 하향 수직 핸드오버 수행을 인지한 후부터 하향 수직 핸드오버 수행 완료를 인지할 때까지, 상기 TCP 리시버로부터 ACK가 수신될 때마다 그 ACK에 대한 다음 시퀀스 넘버를 저장하고,

상기 TCP 샌더가 상기 TCP 리시버의 하향 수직 핸드오버 수행 완료를 인지한 후에, 상기 TCP 리시버로부터 미리 정해진 수의 ACK가 중복 수신되면, 그 ACK의 시퀀스 넘버가 저장된 시퀀스 넘버 이상이면, 새로운 망을 통한 링크에서의 패킷 손실로 판단하여 혼잡 윈도우 사이즈를 감소한 후에 해당 ACK에 대응되는 패킷을 재전송함을 특징으로 하는 중첩된 망 환경에서 하향 버티컬 핸드오버시의 데이터 전송률 제어를 위한 TCP 시스템.

명세서**기술분야**

[0001]

본 발명은 이동 통신 기술에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 하향 수직 핸드오버의 수행시 중첩된 망 환경에서 RTT(Round trip time) 등의 망 특성 차이에 따라 채널혼잡에 따른 패킷 손실이 일어나지 않은 상태에서 미리 정해진 수의 ACK가 중복 수신되는 경우에 불필요하게 혼잡 제어를 수행하여 데이터 전송률이 저하되는 문제를 해소하고, 하향 수직 핸드오버시에 최적의 초기 슬로우 스타트 한계값을 설정하여 슬로우 스타트 페이즈 모드 수행시 초기부터 데이터 전송률을 향상시키고, 하향 수직 핸드오버가 완료된 후에는 이전 망에 의한 패킷 손실에 의해 새로운 망에서 혼잡 제어가 일어나지 않게 하여 새로운 망에서의 데이터 전송률을 유지시킬 수 있는 중첩된 망 환경에서 하향 수직 핸드오버시의 데이터 전송률 제어방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002]

이동 통신 시스템에서 데이터 서비스가 차지하는 비중이 계속적으로 높아지고 있으며 대부분 TCP(Transmission Control Protocol)를 상위 계층에서의 프로토콜로 채택하고 있다. 그러나 상기 TCP는 유선망을 기반으로 설계됨에 따라 무선망의 잦은 무선 채널 에러를 반영하지 못하였으며, 이러한 이유로 TCP는 무선 채널 에러를 채널 혼잡으로 인식하여 혼잡 제어를 수행하곤 하였다.

[0003]

차세대 네트워크가 중첩 구조를 가짐에 따라 이동 단말의 이동에 따른 수직 핸드오버(Vertical Handover)가 더욱 빈번하게 발생할 것으로 예상된다. 즉, 3G 망과 같이 커버리지가 넓고 전송률이 낮으며 RTT(Round Trip Time)가 긴 망을 사용하던 이동 단말이 WLAN(public wireless LAN service)과 같이 커버리지가 좁고 전송률이 높으며 RTT가 짧은 망으로 진입하여 핸드오버를 겪는 하향 수직 핸드오버(Downward Vertical Handover; 하향 수직 핸드오버)가 발생할 수 있었으며, 이 경우에 RTT 등의 망의 특성 차이에 따라 채널 혼잡에 따른 패킷 손실이 일어나지 않았음에도 불구하고 3-dup ACKs 등과 같이 미리 정해진 수의 ACK가 TCP 샌더(sender)에 중복 수신되기도 하였다. 여기서, 상기 3-dup ACKs는 일반적으로 채널 혼잡을 판별할 때에 사용된다. 이러한 경우에 TCP Reno 등과 같은 기존의 TCP는 상기 3-dup ACKs를 채널 혼잡에 따른 것으로 인식하고 불필요한 혼잡 제어를 수행하였다. 여기서, 상기 혼잡 제어는 cwnd(Congestion Window for TCP)를 줄이는 것이므로, 이동 단말이 데이터 전송률이 높은 망으로 이동하여 하향 수직 핸드오버가 이행되었음에도 불구하고 데이터 전송률이 도리어 감소되

는 문제가 발생하였다.

[0004] 이러한 이유로 종래에는 하향 수직 핸드오버 시에 불필요한 혼잡제어를 방지하기 위해 다양한 연구가 이루어지고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은 하향 수직 핸드오버의 수행시 중첩된 망 환경에서 RTT 등의 망 특성 차이에 따라 채널 혼잡에 따른 패킷 손실이 일어나지 않은 상태에서 미리 정해진 수의 ACK가 중복 수신되는 경우에도 혼잡 제어를 수행하여 데이터 전송률이 저하되는 문제를 해소하고, 하향 수직 핸드오버시에 최적의 초기 슬로우 스타트 한계값을 설정하여 슬로우 스타트 페이즈 모드의 수행시 초기부터 데이터 전송률을 향상시키고, 하향 수직 핸드오버가 완료된 후에는 이전 망에 의한 패킷 손실에 의해 새로운 망에서 혼잡 제어가 일어나지 않게 하여 새로운 망에서의 데이터 전송률을 유지시킬 수 있는 중첩된 망 환경에서 하향 수직 핸드오버시의 데이터 전송률 제어방법 및 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따르는 중첩된 망 환경에서 하향 수직 핸드오버시의 데이터 전송률 제어방법은, TCP 샌더가 듀얼 인터페이스를 통해 TCP 리시버로부터 ACK를 수신될 때마다, ACK 수신소요시간에 따른 RTT와 데이터 송신소요시간에 따른 RTT를 비교하여 하향 수직 핸드오버의 수행을 인지하는 단계; 상기 TCP 샌더가, 상기 TCP 리시버의 하향 수직 핸드오버의 수행을 인지한 후에, 미리 정해진 수 이상의 Ack가 수신되면 상기 TCP 리시버의 하향 수직 핸드오버의 수행이 완료된 것으로 인지하는 단계; 구비하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0007] 상기한 본 발명은 하향 수직 핸드오버의 수행시 중첩된 망 환경에서 RTT 등의 망 특성 차이에 따라 채널 혼잡에 따른 패킷 손실이 일어나지 않은 상태에서 미리 정해진 수의 ACK가 중복 수신되는 경우에 불필요하게 혼잡 제어를 수행하여 데이터 전송률이 저하되는 문제를 해소하고, 하향 수직 핸드오버시에 최적의 초기 슬로우 스타트 한계값을 설정하여 슬로우 스타트 페이즈 모드의 수행시 초기부터 데이터 전송률을 향상시키고, 하향 수직 핸드오버가 완료된 후에는 이전 망에 의한 패킷 손실에 의해 새로운 망에서 혼잡 제어가 일어나지 않게 하여 새로운 망에서의 데이터 전송률을 유지시킬 수 있는 효과를 야기한다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 중첩된 망 환경에서의 TCP 시스템의 구성을 도시한 도면.
 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 중첩된 망 환경에서 하향 수직 핸드오버시의 데이터 전송률 제어방법의 흐름도.
 도 3 및 도 6은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 패킷 전송과정을 예시한 도면.
 도 4는 버퍼 사이즈에 따른 대역폭 지연 프로덕트를 예시한 도면.
 도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 하향 수직 핸드오버의 혼잡 윈도우 사이즈의 변화를 예시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 본 발명은 TCP 샌더가 TCP 리시버의 하향 수직 핸드오버 수행을 인지할 수 있게 하여 불필요한 혼잡제어를 수행하지 않게 하여 데이터 전송률이 높은 망에 진입하였음에도 불구하고 데이터 전송률이 저하되던 문제를 해소한다.

[0010] 그리고 본 발명은 TCP 리시버의 하향 수직 핸드오버 수행의 인지전에, 채널 혼잡이 인지될 때마다 혼잡 윈도우 사이즈 값을 저장하고, 그 혼잡 윈도우 사이즈 값과 망의 대역폭 딜레이 프로덕트에 따른 가중치를 이용하여 슬로우 스타트 한계값을 산출하고, 그 슬로우 스타트 한계값을 기준으로 슬로우 스타트 페이즈 모드를 수행하여, 슬로우 스타트 페이즈 모드의 수행시 초기부터 큰 크기의 혼잡 윈도우로 시작할 수 있게 하여 데이터 전송률을 신속하게 향상시킨다.

- [0011] 그리고 본 발명은 TCP 리시버의 하향 수직 핸드오버를 수행하는 동안에 정상 ACK가 수신되면, 그 수신된 정상 ACK의 다음 시퀀스 넘버를 저장하고, 하향 수직 핸드오버 수행이 완료된 후에 상기 저장된 ACK 시퀀스 넘버 전의 시퀀스 넘버에 대응되는 3-dup ACKs가 수신되면 이전 망에서의 패킷 손실로 판단하여 해당 패킷만 재전송하고, 상기 저장된 ACK 시퀀스 넘버 이후의 시퀀스 넘버에 대응되는 3-dup ACKs가 수신되면 새로운 망에서의 패킷 손실로 판단하여 혼잡 제어를 이행하며, 이로써 이전 망에서의 패킷 손실이 새로운 망에서의 패킷 손실로 잘못 인지되어, 새로운 망에 대해 혼잡 제어를 수행하던 문제를 근원적으로 해소한다.
- [0012] 본 발명은 소프트 수직 핸드오버를 지원하는 중첩된 망을 기반으로 하며, 그러므로 MBB(Make-Before-Break)를 지원한다. 이에따라 하향 수직 핸드오버를 수행하는 이동 단말은 이전 망과 접속을 끊기 전에 새로운 망과의 연결을 먼저 수행하므로 하향 수직 핸드오버를 진행하는 동안은 두개의 망을 통해 통신이 가능한 듀얼 모드로 동작한다.
- [0013] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 중첩된 망 환경에서의 TCP 시스템의 구성을 도시한 것으로, 상기 TCP 시스템은 TCP 리시버(100)와 TCP 센터(102)가 구비되며, 상기 TCP 리시버(100)와 상기 TCP 센터(102)는 3G 베이스 스테이션(108)을 통한 3G 망과 WLAN 어세스 포인트(104)를 통한 무선 인터넷 망을 통해 통신을 이행하는 듀얼모드로 동작한다. 특히 하향 수직 핸드오버 시도시에 TCP 센터(102)는 3G 망을 통해 데이터를 전송하였다가 무선 인터넷 망을 통해 TCP 리시버(100)로부터의 ACK를 수신한다.
- [0014] 또한 상기 WLAN 어세스 포인트(104)에는 VHO 제어부(106)가 구비되며, 상기 VHO 제어부(106)는 하향 수직 핸드오버 수행을 완료한 TCP 리시버(100)의 새로운 망에 대한 정보 및 핸드오버 완료 여부 정보를 가진다. 상기 새로운 망에 대한 정보로는 버퍼 사이즈 등이 될 수 있다.
- [0015] 상기한 TCP 센터(102)는 TCP 리시버(100)로부터 ACK를 수신할 때마다, 새로운 망을 통해 수신되는 ACK의 수신소요시간에 따른 RTT와 이전 망을 통해 송신된 데이터의 송신소요시간에 따른 RTT를 비교하여 하향 수직 핸드오버 수행을 인지하고, 상기 TCP 리시버(100)의 하향 수직 핸드오버 수행을 인지한 후에, 3-dup ACKs가 수신되면 상기 TCP 리시버(100)의 하향 수직 핸드오버 수행이 완료된 것으로 인지한다. 이로써, 본 발명은 하향 수직 핸드오버 수행에 따라 발생된 3-dup ACKs에 의해 TCP 센터(102)를 채널 혼잡으로 오인식하여 혼잡 제어를 수행하던 문제를 근원적으로 해소한다.
- [0016] 또한 상기 TCP 센터(102)는 상기 TCP 리시버(100)의 하향 수직 핸드오버 수행의 인지전에, 3-dup ACKs가 수신될 때마다, 그때의 혼잡 윈도우 사이즈(cwnd) 값을 저장하고, 상기 TCP 리시버(100)의 하향 수직 핸드오버 수행이 완료된 것으로 인지되면, 상기 혼잡 윈도우 사이즈(cwnd) 값을 가중 팩터값(k)에 비례되게 증가시킨 슬로우 스타트 한계값(sssthres)을 산출하고, 상기 슬로우 스타트 한계값(sssthres)에 따라 슬로우 스타트 페이지 모드를 수행한다. 이로써 본 발명은 슬로우 스타트 한계값(sssthres)이 초기부터 크게 되도록 설정한다.
- [0017] 특히 상기 가중 팩터 값(k)은, 이전 망에서의 대역폭 지연 프로덕트와 새로운 망에서의 대역폭 지연 프로덕트의 비율로 정해지며, 상기 이전 망에 대한 정보는 상기 TCP 센터(102)가 가지고 있고, 상기 새로운 망에 대한 정보는 VHO 제어부(106)가 제공한다.
- [0018] 또한 상기 TCP 센터(102)는 상기 TCP 리시버(100)의 하향 수직 핸드오버 수행을 인지한 후에, 새로운 RTO(Retransmission Timeout)를 산출하고, 상기 TCP 리시버(100)의 하향 수직 핸드오버 수행이 완료되면, RTO를 상기 새로운 RTO로 설정한다.
- [0019] 또한 상기 TCP 센터(102)는, 상기 TCP 리시버(100)의 하향 수직 핸드오버 수행을 인지한 후부터 하향 수직 핸드오버 수행 완료를 인지할 때까지, 상기 TCP 리시버(100)로부터 정상 ACK가 수신될 때마다 그 정상 ACK의 다음 시퀀스 넘버를 저장하고, 상기 TCP 센터(102)가 상기 TCP 리시버(100)의 하향 수직 핸드오버 수행 완료를 인지한 후에, 상기 TCP 리시버(100)로부터 3-dup ACKs가 수신될 때마다, 3-dup ACKs의 시퀀스 넘버가 저장된 시퀀스 넘버 전의 시퀀스 넘버이면, 이전 망을 통한 링크에서의 패킷 손실로 판단하여 혼잡 윈도우 사이즈(cwnd)를 유지한 3-dup ACKs에 따른 패킷을 재전송하고, 그 3-dup ACKs의 시퀀스 넘버가 상기 저장된 시퀀스 넘버 이후의 시퀀스 넘버이면, 새로운 망을 통한 링크에서의 패킷 손실로 판단하여 혼잡 윈도우 사이즈(cwnd)를 감소한 후에 3-dup ACKs에 따른 패킷을 재전송한다.

[0020] 이제 상기한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 중첩된 망 환경에서의 TCP 시스템에 적용가능한 중첩된 망 환경에서 하향 수직 핸드오버시의 데이터 전송률 제어방법을 도 2의 흐름도를 참조하여 상세히 설명한다.

[0021] 상기 TCP 샌더(102)는 TCP 리시버(100)로부터 ACK가 수신되면(200단계),

[0022] 새로운 망을 통해 수신되는 ACK의 수신소요시간에 따른 RTT(New_RTT)와 이전 망을 통해 송신된 데이터의 송신소요시간에 따른 RTT(Old_RTT)를 수학식 1에 따라 산출한다(202단계).

수학식 1

$$New_RTT(i) = 2 \times \{ Curr_RTT(i) - (0.5 \times Old_RTT(i-1)) \}$$

$$Old_RTT(i) = 2 \times \{ Curr_RTT(i) - (0.5 \times New_RTT(i)) \}$$

[0023]

[0024] 상기 수학식 1은 도 3에 도시한 바와 같이 하향 수직 핸드오버 수행에 따라 RTT가 변화하는 것을 이용하여, 하향 수직 핸드오버 수행 여부를 판별하기 위한 것이다. 즉 도 3을 참조하면, TCP 샌더(102)가 3G 망을 통한 링크를 통해 데이터를 TCP 리시버(100)로 송신하고, 그 링크를 통해 TCP 리시버(100)로부터의 ACK를 수신하는 동안(n-4, n-3, n-2)은 현재 RTT(Curr_RTT)가 크게 변화하지 않으며, 그 값은 느린 데이터 전송률에 따라 비교적 크다.

[0025] 그러나 하향 수직 핸드오버가 발생할 때(n-1)에는 현재 RTT(Curr_RTT)가 큰 폭으로 변화한다. 즉, 데이터 전송률이 높은 망을 통해 ACK를 수신함에 따라 RTT가 크게 감소하게 된다. 특히, 이전 망을 통해 송신되는 데이터 송신소요시간은 그대로 유지되나 새로운 망을 통해 수신되는 ACK 수신소요시간은 감소된다. 이에 본 발명은 ACK 수신소요시간에 대응되는 RTT를 New_RTT로 추정하고, 데이터 송신소요시간에 대응되는 RTT를 Old_RTT로 추정하여, 하향 수직 핸드오버에 의해 New_RTT가 Old_RTT에 비해 감소되는 정도를 토대로 하향 수직 핸드오버를 판단한다.

[0026] 여기서, 상기 New_RTT는 현재의 RTT인 Curr_RTT에서 이전 ACK 수신시의 RTT인 Old_RTT(i-1)의 반을 감산한 후에 2를 곱한 것으로, 현재 수신한 ACK에 대한 수신소요시간에 대응되는 RTT를 의미한다.

[0027] 그리고 상기 Old_RTT는 현재의 RTT인 Curr_RTT에서에서 상기 New_RTT의 반을 감산한 후에 2를 곱한 것으로, 이전에 송신한 데이터에 대한 송신소요시간에 대응되는 RTT를 의미한다.

[0028] 상기한 New_RTT를 Old_RTT로 나눈 값은 하향 수직 핸드오버가 발생하지 않을 때에는 일정 값으로 유지되지만 하향 수직 핸드오버가 발생한 경우에는 감소된다. 이에따라 본 발명은 New_RTT를 Old_RTT로 나눈 값이 미리 정해진 한계값 이하이면, 하향 수직 핸드오버가 발생한 것으로 판단한다.

[0029] 상기한 바와 같이 ACK가 수신되면, 그 수신된 ACK에 따른 RTT와 이전에 수신된 ACK에 따른 RTT를 산출하여 저장하면서, 상기 TCP 샌더(102)는 3-dup ACKs가 수신되는지를 체크한다(204단계). 상기 3-dup ACKs가 수신되면, 상기 TCP 샌더(102)는 그 3-dup ACKs 수신시의 혼잡 윈도우 사이즈(cwnd)를 이전망에 대한 최대 혼잡 윈도우 사이즈(old.max.cw)로 저장한다(206단계).

[0030] 또한 상기 TCP 샌더(102)는 상기 New_RTT를 Old_RTT로 나눈 값이 미리 정해진 한계값 이하이면(208단계), 하향 수직 핸드오버가 발생한 것으로 판단하여 ACK가 수신될 때마다 그 ACK의 다음 시퀀스 넘버를 저장하고, 하향 수직 핸드오버 팩터를 1로 설정하고, New_RTO를 산출한다(212, 214, 216단계). 여기서, 상기 DVHO 팩터는 현재 하향 수직 핸드오버가 진행중임을 나타낸다.

[0031] 상기 NEW-RTO 산출식은 수학식 2와 같으며, 이러한 RTO 산출식은 이미 널리 공지되었으므로 그 상세한 설명은 생략한다.

수학식 2

$$\text{New_RTT}(\text{Est}) = (1 - \alpha) \times \text{New_RTT}(\text{Est}) + \alpha \times \text{New_RTT}(n), \text{ where } 0 \leq \alpha \leq 1$$

$$\text{New_DevRTT} = (1 - \beta) \times \text{New_DevRTT} + \beta \times |\text{New_RTT}(n) - \text{New_RTT}(\text{Est})|$$

$$\text{New_RTO} = \text{New_RTT}(\text{Est}) + 4 \times \text{New_DevRTT}$$

[0032]

[0033]

상기한 수학식 2에서 New_RTT(Est)는 새로운 망의 RTT 추정치 값이고, New_DevRTT는 새로운 망의 RTT 편차 값을 나타내고, New_RTO는 새로운 망의 RTO 산출값이다. 그리고 α 와 β 는 가중치 값으로 이는 조절이 가능한 값이다. 즉, 새로운 망의 RTT 추정값을 계산함에 있어 현재 추정되어 있는 값의 비중을 높이려면 α 의 값을 작게 하고 계산된 현재의 RTT 값(New_RTT(n))의 비중을 높이려면 크게 설정한다. 그리고 상기 n은 현재 값을 의미한다.

[0034]

이후 상기 TCP 샌더(102)는 3-dup ACKs가 수신되면 하향 수직 핸드오버가 완료된 것으로 판단한다(218단계). 이는 하향 수직 핸드오버가 완료된 후부터는 패킷이 새로운 빠른 망을 통해 송신되므로 이전의 느린 망을 통해 전송된 패킷보다 먼저 TCP 리시버(100)에게 도달하게 되므로, 느린 망을 통해 전송되던 패킷에 대한 3-dup ACKs를 TCP 리시버(100)가 전송하게 된다. 이러한 이유로 하향 수직 핸드오버가 진행중임을 인지한 상태에서 3-dup ACKs가 수신되면, TCP 샌더(102)는 하향 수직 핸드오버가 완료된 것으로 판단한다.

[0035]

상기 TCP 샌더(102)는 하향 수직 핸드오버가 완료된 것으로 판단하면, 가중 팩터 값(k)를 수학식 3에 따라 산출한다(220단계). 그리고 TCP 샌더(102)는 DVHO 팩터를 0으로 설정한다.

수학식 3

$$k = \frac{\text{new link BDP}(\lambda_{\text{new}} + 1)}{\text{old link BDP}(\lambda_{\text{old}} + 1)}$$

[0036]

[0037]

상기 수학식 3에서 new link BDP는 새로운 망을 통해 형성된 새로운 링크에 대한 대역폭 지연 프로덕트(Bandwidth Delay Product)를 의미하고, old link BDP는 이전 망을 통해 형성된 링크에 대한 대역폭 지연 프로덕트를 의미한다. 또한 λ_{new} , λ_{old} 값은 새로운 망 및 이전 망을 통해 형성된 링크 BDP에 대해 중계장치가 가지는 버퍼 사이즈를 의미한다. 예를 들어 old link의 BDP가 100이며 중계장치의 버퍼 사이즈(Buffer size)가 50이라면 값은 0.5가 된다. 이는 도 4에 도시한 바와 같이 중계장치의 버퍼 사이즈가 클수록 시스템이 수용할 수 있는 데이터 양이 늘어나기 때문이다. 상기 가중 팩터 값(k)은 새로운 망을 통해 형성된 링크에 대한 데이터 수용능력을 지시하는 new link BDP과 해당 중계장치의 버퍼 사이즈에 소정 값(1)을 더한 것을 곱한 것과, 이전 망을 통해 형성된 링크에 대한 데이터 수용능력을 지시하는 old link BDP과 해당 중계장치의 버퍼 사이즈에 소정 값(1)을 더한 것을 곱한 것과의 비로 결정된다. 이때 새로운 망에 대한 정보는 VHO 제어부(106)를 통해 하향 수직 핸드오버 완료후 전송받으며, 이전 망에 대한 정보는 TCP 샌더(102)가 가지고 있다고 전제한다.

[0038]

이렇게 가중 팩터 값(k)을 설정한 후에, 상기 TCP 샌더(102)는 이전망에서의 혼잡 윈도우 사이즈(cwnd)인 Old_Max_CW의 절반에 가중 팩터 값(k)을 곱한 값을 슬로우 스타트 한계값(sssthres)으로 설정함과 아울러 RTO를 상기 NEW_RTO로 설정한 후에, 슬로우 스타트 페이즈 모드를 수행한다(224단계).

[0039]

도 5는 상기 TCP 샌더(102)가 상기 슬로우 스타트 한계값(sssthres)를 기준으로 슬로우 스타트 페이즈 모드를 수행하는 것을 예시하였다. 즉, 도 5에서 A는 이전 망에서의 혼잡 윈도우 사이즈의 변화를 나타내며, B는 하향 수직 핸드오버이후에 새로운 망에서의 혼잡 윈도우 사이즈의 변화를 나타낸다. 상기 B는 슬로우 스타트 페이즈 모드의 수행에 따라 혼잡 윈도우 사이즈가 증가되며, 슬로우 스타트 페이즈 모드의 수행 초기의 혼잡 윈도우 사이즈는 이전망에서의 최대 혼잡 윈도우 사이즈에 새로운 망의 데이터 수용능력과 이전망의 데이터 수용능력의 비로 정해던 가중 팩터 값(K)을 곱하여 생성한 슬로우 스타트 한계값(sssthres) a로 설정된다.

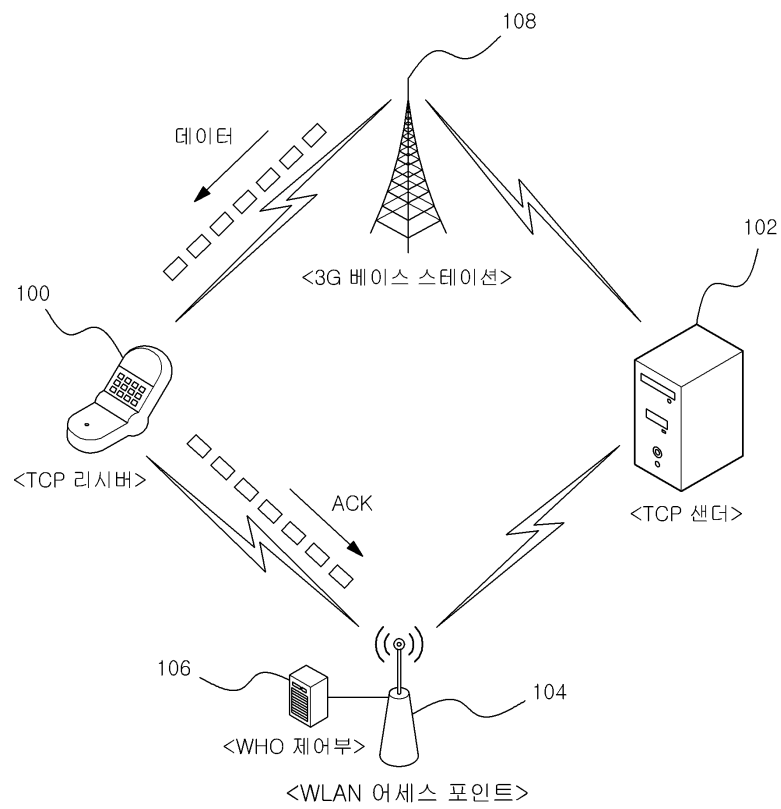
- [0040] 그리고 만일 하향 수직 핸드오버가 완료된 후에 이전 망을 통한 패킷 손실에 대한 3-dup ACKs가 도착하였을 경우에도 불필요한 혼잡 제어가 다시 발생할 가능성이 있다. 이를 방지하기 위하여 TCP 샌더(102)는 비정상 ACK가 수신되면(226단계), 하향 수직 핸드오버 수행중에 저장하였던 시퀀스 번호를 기준으로 이전 망에서의 패킷 손실인지 새로운 망에서의 패킷 손실인지를 판단하고(228단계), 이전 망에서의 패킷 손실일 경우에는 혼잡 제어를 수행하지 않은 채 손실된 패킷들만 재전송을 시도하며(230단계), 새로운 망에서의 패킷 손실일 경우 혼잡 제어를 수행하여 혼잡 윈도우 사이즈를 줄여 전송률을 낮춤과 동시에 손실된 패킷을 재전송한다(232단계).
- [0041] 도 6을 참조하여 좀 더 설명하면, 도 6의 (a)는 새로운 망에서 패킷 손실이 발생하는 경우를 도시한 것이다. 본 발명에 따르면 핸드오버가 수행되는 동안 TCP 샌더(102)는 ACK가 수신될 때마다 그 ACK의 다음 시퀀스 번호를 저장하므로, 시퀀스 번호 20의 ACK가 수신되는 경우에는 TCP 샌더(102)는 시퀀스 번호 21을 저장하게 된다.
- [0042] 시퀀스 번호 21을 저장한 상태에서 하향 수직 핸드오버가 완료된 후, TCP 샌더(102)는 3-dup ACKs가 수신되면, 이 3-dup ACKs가 시퀀스 번호 21 이후의 데이터에 대한 것이라면, 새로운 망에서의 패킷 손실로 판단한다. 이와 같이 새로운 망에서의 패킷 손실이 인지되면, TCP 샌더(102)는 혼잡 제어를 위해 혼잡 윈도우의 사이즈를 감소한 후에 해당 패킷을 재전송한다.
- [0043] 도 6의 (b)는 이전 망에서 패킷 손실이 발생하는 경우를 도시한 것이다. 본 발명에 따르면 핸드오버가 수행되는 동안 TCP 샌더(102)는 ACK가 수신될 때마다 그 ACK의 다음 시퀀스 번호를 저장하므로, 시퀀스 번호 20의 ACK가 수신되는 경우에는 TCP 샌더(102)는 시퀀스 번호 21을 저장하게 된다.
- [0044] 시퀀스 번호 21을 저장한 상태에서 하향 수직 핸드오버가 완료된 후, TCP 샌더(102)는 3-dup ACKs가 수신되면, 이 3-dup ACKs가 시퀀스 번호 21 전의 데이터에 대한 것이라면, 이전 망에서의 패킷 손실로 판단한다. 이와 같이 이전 망에서의 패킷 손실이 인지되면, TCP 샌더(102)는 현재 망에서의 혼잡 제어를 불필요하므로 해당 패킷만 재전송한다.

부호의 설명

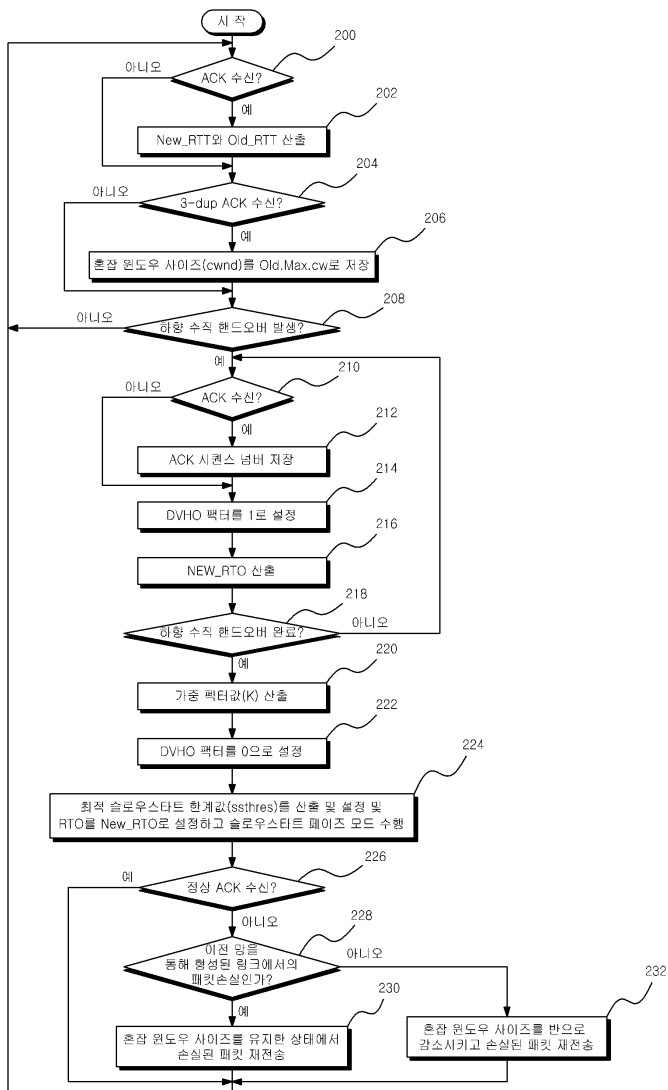
- [0045] 100 : TCP 리시버
102 : TCP 샌더
104 : WLAN 어세스 포인트
106 : VHO 제어부
108 : 3G 베이스 스테이션

도면

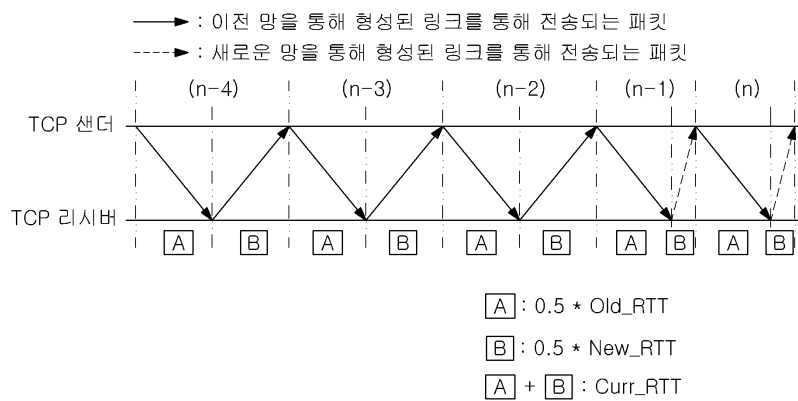
도면1



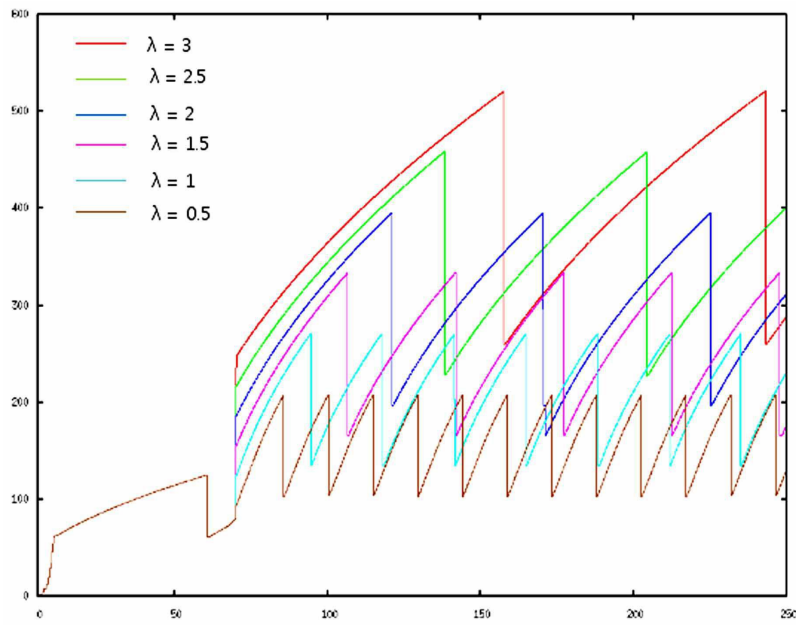
도면2



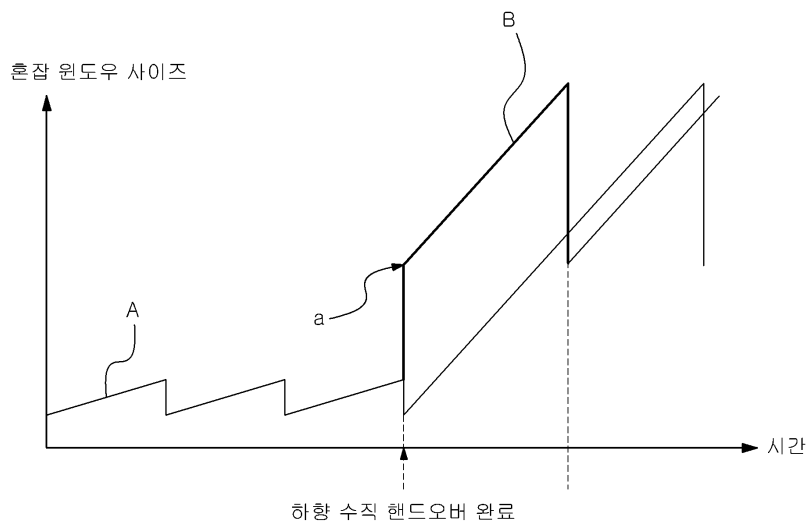
도면3



도면4



도면5



도면6

