



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0090669
(43) 공개일자 2009년08월26일

(51) Int. Cl.

H04L 12/28 (2006.01) H04L 29/10 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0016025

(22) 출원일자 2008년02월21일

심사청구일자 2008년02월21일

(71) 출원인

조선대학교산학협력단

광주광역시 동구 서석동 375, 조선대학교 산학기
획팀

(72) 발명자

모상만

광주 서구 풍암동 주은모아아파트 101-803

박지원

광주 북구 중흥3동 801-40

정일용

광주 남구 봉선1동 모아1차아파트 6-902

전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 무선 랜에서 파손 링크 또는 저 전송률 링크를 위한 통과전송 매체 접근 제어 장치 및 제어 방법

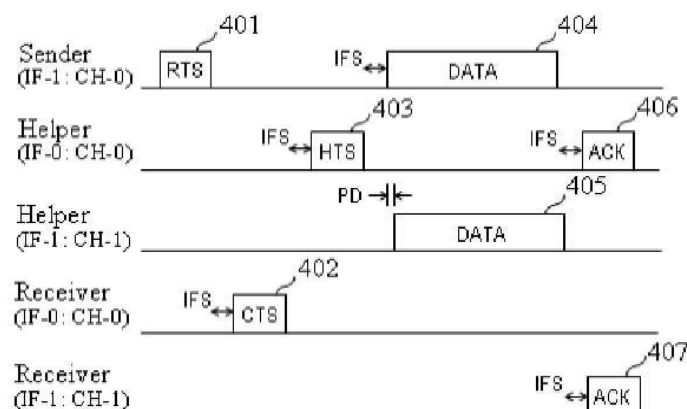
(57) 요약

본 발명은 액세스 포인트를 갖춘 무선 랜에서 파손 링크 또는 저 전송률 링크를 위한 매체 접근 제어에 한 것으로서, 2개의 2채널 인터페이스를 갖는 노드들로 구성된 무선 랜에서의 통과 전송 매체 접근 제어 장치와 그 제어 방법을 고안한 것이다.

본 발명은 2개의 2채널 인터페이스를 갖는 노드들로 구성된 무선 랜에서 파손 링크 또는 저 전송률 링크를 위한 통과 전송 매체 접근 제어 장치, 지원 노드를 통하여 서로 다른 채널을 사용하는 2개의 무선 링크로 연결된 통과 전송 기법, 파손 링크의 우회 경로를 제공하는 통과 전송 매체 접근 제어 방법, 저 전송률 링크 대응으로 고 전송률 우회 경로를 제공하는 통과 전송 매체 접근 제어 방법, 액세스 포인트 내부에 장착된 전송률 기반 통과 전송 제어기의 제어 동작, 일반 노드 내부에 장착된 전송률 기반 통과 전송 제어기의 제어 동작 등을 포함한다.

본 발명은 종래의 저장 후 전송(store-and-forward) 방식이 아닌 통과 전송(pass-through) 기법을 적용함으로써, 두 홉을 거치는 전송 경로의 중간 노드에서의 패킷 저장에 따르는 전송 지연을 최소화하고 결과적으로 액세스 포인트와 일반 노드간 전송 지연 시간을 줄이고 패킷 전송률을 향상시킬 뿐만 아니라 유효 네트워크 처리율을 증대시키는 효과를 얻는다. 결과적으로, 매체 접근 제어 성능을 크게 향상시켜 전체 네트워크의 전반적인 성능을 높이는 데 기여한다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

2개의 2채널 인터페이스를 갖는 노드들로 구성된 무선 랜에서,

송신 노드와 수신 노드 그리고 경로 상의 중간 노드가 패킷을 전송하기 위하여, 2개의 2채널 무선 인터페이스를 제어하는 역할을 수행하는 통과 전송 매체 접근 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 2개의 2채널 인터페이스는,

채널할당을 라운드 로빈 방식으로 하고, 전단 노드와의 통신 채널이 k일 경우 후단 노드와의 통신 채널은 k에 1을 더하고 2로 나머지 연산을 취한 값을 사용하고, 패킷을 임시로 저장할 수 있는 패킷 버퍼를 사용하여 일련의 통과 전송 동작을 제어하는 역할을 수행하는 통과 전송 제어기.

청구항 3

2개의 2채널 인터페이스를 갖는 노드들로 구성된 무선 랜에서,

송신 노드(sender or source node)가 수신 노드(receiver or destination node)에게 전송 요구를 나타내는 RTS (Ready To Send) 프레임(frame)을 보내는 제 1 단계;

상기 제 1 단계 수행 후, 수신 노드는 이를 수신하고 IFS (Inter-Frame Spacing) 시간이 경과한 후에 CTS (Clear To Send) 프레임을 송신 노드에게 회신하여야 하나, 링크가 파손된 경우에는 수신 노드가 RTS를 수신할 수 없고 CTS를 회신할 수 없게 되므로, 지원 노드는 CTS가 정해진 시간에 전송되지 않음을 파악하여 송신 노드와 수신 노드 사이의 링크가 파손되었음을 알아내는 제 2 단계;

상기 제 2 단계 수행 후, 링크 파손은 감지한 지원 노드는 CTS 시간이 경과하고 IFS 후에 STS (Salvager To Send) 프레임을 전송하는 제 3 단계;

상기 제 3 단계 수행 후, 송신 노드 및 수신 노드는 지원 노드가 전송한 STS를 수신함으로써 지원 노드를 통하여 통과 전송 방식으로 패킷이 전달됨을 알게 되며, 수신 노드는 IFS 후에 CTS 프레임을 지원 노드에게 회신하고 송신 노드 역시 STS를 수신한 다음 IFS 후에 DATA 프레임을 지원 노드에게 전송하는 제 4 단계;

상기 제 4 단계 수행 후, CTS를 수신한 후에 지원 노드는 통과 전송을 위한 동작을 시작하며, IFS 후에 송신 노드로부터 수신하고 있는 DATA를 통과 전송 방식으로 수신 노드에게 전송하는 제 5 단계;

상기 제 4 단계 수행 후, 송신 노드가 보낸 DATA를 받은 후 지원 노드는 IFS 후에 송신 노드에게 ACK 프레임을 회신하는 제 6 단계; 및

상기 제 5 단계 수행 후, 수신 노드는 지원 노드로부터 DATA를 받은 후 IFS 후에 ACK 프레임을 회신하는 제 7 단계

를 포함하는, 서로 다른 채널을 사용하여 2개의 무선 링크로 통과 전송 경로를 설정하는 파손 링크의 우회 경로를 제공하는 통과 전송 매체 접근 제어 방법

청구항 4

2개의 2채널 인터페이스를 갖는 노드들로 구성된 무선 랜에서,

송신 노드(sender or source node)가 수신 노드(receiver or destination node)에게 전송 요구를 나타내는 RTS (Ready To Send) 프레임(frame)을 보내는 제 1 단계;

상기 제 1 단계 수행 후, 수신 노드는 이를 수신하고 IFS (Inter-Frame Spacing) 시간이 경과한 후에 CTS (Clear To Send) 프레임을 송신 노드에게 회신하는 제 2 단계;

상기 제 1, 2 단계 수행 후, 지원 노드는 RTS를 엿듣고 송신 노드와 지원 노드 사이의 전송률(R_{s-h})을 알게 되며 CTS를 엿듣고 송신 노드와 수신 노드 사이의 전송률 및 지원 노드와 수신 노드 사이의 전송률을 알게 되며

로, 송신 노드와 수신 노드 사이의 전송률에 임계값을 합한 값이 송신 노드와 지원 노드 사이의 전송률과 지원 노드와 수신 노드 사이의 전송률 중 최소값보다 작으면 지원 노드는 IFS 후에 지원 의사를 표시하는 HTS (Helper To Send) 프레임을 전송하는 제 3 단계;

상기 제 3 단계 수행 후, HTS를 수신한 송신 노드는 IFS 후에 DATA 프레임을 지원 노드에게 보내는 제 4 단계;

상기 제 4 단계 수행 후, 지원 노드는 이를 수신함과 동시에 통과 전송을 위한 동작을 시작하며, PD (Pass-through Delay) 후에 송신 노드로부터 수신하고 있는 DATA를 통과 전송 방식으로 수신 노드에게 전송하는 제 5 단계;

상기 제 4 단계 수행 후, 송신 노드가 보낸 DATA를 받은 후 지원 노드는 IFS 후에 송신 노드에게 ACK 프레임을 회신하는 제 6 단계; 및

상기 제 5 단계 수행 후, 수신 노드는 지원 노드로부터 DATA를 받은 후 IFS 후에 ACK 프레임을 회신하는 제 7 단계

를 포함하는, 서로 다른 채널을 사용하여 2개의 무선 링크로 통과 전송 경로를 설정하는 저 전송률 링크 대용 으로 고 전송률 우회 경로를 제공하는 통과 전송 매체 접근 제어 방법

청구항 5

2개의 2채널 인터페이스를 갖는 노드들로 구성된 무선 랜에서,

통과 전송 매체 접근 제어 장치를 초기화하는 제 1 단계;

상기 제 1 단계 수행 후, RTS가 수신 되었는지 판단하는 제 2 단계;

상기 판단 결과에 따라, RTS가 수신될 경우, RTS 수신처가 자신인지 판단하는 제 3 단계;

상기 판단 결과에 따라, 수신처가 자신일 경우, 송신 노드에게 CTS를 회신하는 제 4 단계;

상기 제 4 단계 수행 후, 정해진 시간 내에 HTS가 수신되는지 판단하는 제 5 단계;

상기 판단 결과에 따라, HTS가 수신될 경우, 지원 노드로부터 통과 전송 방식으로 전송되는 DATA를 수신하고 지원 노드에게 ACK를 회신하는 제 6 단계;

상기 제 5 단계 판단 결과에 따라, HTS가 수신되지 않을 경우, 송신 노드로부터 DATA를 수신하고 송신 노드에게 ACK를 회신하는 제 7 단계;

상기 제 2 단계 판단 결과에 따라, RTS가 존재하지 않을 경우, 송신할 데이터가 있고 매체가 사용 중인지 판단하는 제 8 단계;

상기 판단 결과에 따라, 송신할 데이터가 있고 매체가 사용 중이지 않을 경우, 자신이 송신 노드이며 수신 노드에게 RTS를 전송하는 제 9 단계;

상기 제 9 단계 수행 후, 수신 노드로부터 정해진 시간 내에 CTS가 정상적으로 수신되는지 판단하는 제 10 단계;

상기 판단 결과에 따라, CTS가 정상적으로 수신되지 않을 경우, 정해진 시간 내에 STS가 수신되는지 판단하는 제 11 단계;

상기 판단 결과에 따라, STS가 정상적으로 수신될 경우, 지원 노드에게 통과 전송 방식으로 DATA를 전송하는 제 12 단계;

상기 제 10 단계 판단 결과에 따라, CTS가 정상적으로 수신될 경우, 시간 내에 HTS가 수신되는지 판단하는 제 13 단계;

상기 판단 결과에 따라, HTS가 정상적으로 수신될 경우, 지원 노드에게 통과 전송 방식으로 DATA를 전송하는 제 14 단계;

상기 제 12, 14 단계 수행 후, 지원 노드로부터 정해진 시간 내에 ACK가 정상적으로 수신되는지 판단하는 제 15 단계;

상기 판단 결과에 따라, ACK가 정상적으로 수신되면 전송한 데이터를 버퍼에서 지우는 제 16 단계;

상기 제 13 단계 판단 결과에 따라, HTS가 정상적으로 수신되지 않으면 통과 전송이 아닌 일반 전송이므로 수신 노드에게 DATA를 전송하는 제 17 단계;

상기 제 17 단계 수행 후, 수신 노드로부터 정해진 시간 내에 ACK가 정상적으로 수신되는지 판단하는 제 18 단계; 및

상기 판단 결과에 따라, ACK가 정상적으로 수신되면 전송한 데이터를 버퍼에서 지우는 제 19 단계를 포함하는 액세스 포인트 내부에 장착된 전송률 기반 통과 전송 제어기의 제어 방법

청구항 6

2개의 2채널 인터페이스를 갖는 노드들로 구성된 무선 랜에서,

통과 전송 매체 접근 제어 장치를 초기화하는 제 1 단계;

상기 제 1 단계 수행 후, RTS가 수신 되었는지 판단하는 제 2 단계;

상기 판단 결과에 따라, RTS가 수신될 경우, RTS 수신처가 자신인지 판단하는 제 3 단계;

상기 판단 결과에 따라, 수신처가 자신일 경우, 송신 노드에게 CTS를 회신하는 제 4 단계;

상기 제 4 단계 수행 후, 정해진 시간 내에 HTS가 수신되는지 판단하는 제 5 단계;

상기 판단 결과에 따라, HTS가 수신될 경우, 지원 노드로부터 통과 전송 방식으로 전송되는 DATA를 수신하고 지원 노드에게 ACK를 회신하는 제 6 단계;

상기 제 5 단계 판단 결과에 따라, HTS가 수신되지 않을 경우, 송신 노드로부터 DATA를 수신하고 송신 노드에게 ACK를 회신하는 제 7 단계;

상기 제 3 단계 판단 결과에 따라, RTS의 수신처가 자신이 아닐 경우, 수신 노드로부터 정해진 시간 내에 CTS가 정상적으로 수신 되는지 판단하는 제 8 단계;

상기 판단 결과에 따라, CTS가 정상적으로 수신되지 않을 경우, 송신 노드와 수신 노드 사이의 링크가 파손된 것이므로 수신 노드가 자신의 이웃 노드인지 판단하는 제 9 단계;

상기 판단 결과에 따라, 수신 노드가 이웃 노드이면 송신 노드 및 수신 노드에게 STS를 전송하는 제 10 단계;

상기 제 10 단계 수행 후, 수신 노드로부터 정해진 시간 내에 CTS가 정상적으로 수신되는지 검사하는 제 11 단계;

상기 판단 결과에 따라, CTS가 정상적으로 수신될 경우, 통과 전송이 가능하므로 송신 노드로부터 DATA를 수신하고 이를 바로 통과 전송 방식으로 수신 노드에게 전송하고 송신 노드로부터 DATA 수신이 완료되면 송신 노드에게 ACK를 회신하는 제 12 단계;

상기 제 8 단계 판단 결과에 따라, CTS가 정상적으로 수신되면 송신 노드와 수신 노드 사이의 링크 전송률을 파악하기 위하여 송신 노드와 수신 노드 사이의 전송률보다 통과 전송 경로의 전송률이 임계값 이상으로 높은지 검사하는 제 13 단계;

상기 판단 결과에 따라, 참일 경우, 통과 전송을 위해 송신 노드 및 수신 노드에게 HTS를 전송하고, 송신 노드로부터 DATA를 수신하고 이를 바로 통과 전송 방식으로 수신 노드에게 전송하고 송신 노드로부터 DATA 수신이 완료되면 송신 노드에게 ACK를 회신하는 제 14 단계;

상기 제 12, 14 단계 수행 후, 지원 노드로부터 정해진 시간 내에 ACK가 정상적으로 수신되는지 판단하는 제 15 단계;

상기 판단 결과에 따라, ACK가 정상적으로 수신되면 전송한 데이터를 버퍼에서 지우는 제 16 단계;

상기 제 2 단계 판단 결과에 따라, RTS가 존재하지 않을 경우, 송신할 데이터가 있고 매체가 사용 중인지 판단하는 제 17 단계;

상기 판단 결과에 따라, 송신할 데이터가 있고 매체가 사용 중이지 않을 경우, 자신이 송신 노드이며 수신 노드에게 RTS를 전송하는 제 18 단계;

상기 제 18 단계 수행 후, 수신 노드로부터 정해진 시간 내에 CTS가 정상적으로 수신되는지 판단하는 제 19 단계;

상기 판단 결과에 따라, CTS가 정상적으로 수신되지 않을 경우, 정해진 시간 내에 STS가 수신되는지 판단하는 제 20 단계;

상기 판단 결과에 따라, STS가 정상적으로 수신될 경우, 지원 노드에게 통과 전송 방식으로 DATA를 전송하는 제 21 단계;

상기 제 19 단계 판단 결과에 따라, CTS가 정상적으로 수신될 경우, 시간 내에 HTS가 수신되는지 판단하는 제 22 단계;

상기 판단 결과에 따라, HTS가 정상적으로 수신될 경우, 지원 노드에게 통과 전송 방식으로 DATA를 전송하는 제 23 단계;

상기 제 21, 23 단계 수행 후, 지원 노드로부터 정해진 시간 내에 ACK가 정상적으로 수신되는지 판단하는 제 24 단계;

상기 판단 결과에 따라, ACK가 정상적으로 수신되면 전송한 데이터를 버퍼에서 지우는 제 25 단계;

상기 제 22 단계 판단 결과에 따라, HTS가 정상적으로 수신되지 않으면 통과 전송이 아닌 일반 전송이므로 수신 노드에게 DATA를 전송하는 제 26 단계;

상기 제 26 단계 수행 후, 수신 노드로부터 정해진 시간 내에 ACK가 정상적으로 수신되는지 판단하는 제 27 단계; 및

상기 판단 결과에 따라, ACK가 정상적으로 수신되면 전송한 데이터를 버퍼에서 지우는 제 28 단계

를 포함하는 일반 노드 내부에 장착된 전송을 기반 통과 전송 제어기의 제어 방법

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 액세스 포인트(access point)를 갖춘 무선 랜(wireless LAN)에서 액세스 포인트와 일반 노드간 패킷 전송을 위한 매체 접근 제어(media access control: MAC)에 관련된다. 본 발명은 구체적으로 무선 랜에서의 액세스 포인트와 일반 노드 사이의 패킷 전송에서 전송 지연 시간을 줄이고 전송률을 높이기 위한 매체 접근 제어 기술에 관한 것으로, 특히 2개의 2채널 인터페이스를 갖는 노드들로 구성된 무선 랜에서 파손 링크 또는 저 전송률 링크를 위한 통과 전송 매체 접근 제어 장치와 그 제어 방법에 관한 것이다.

<2> 본 발명의 참고 기반이 되는 IEEE 802.11 표준(IEEE Std 802.11-1999, Local and Metropolitan Area Network, Specific Requirements, Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications, 1999)은 두 가지의 무선 네트워크 구성 방식인 무선 랜 구성 방식 및 애드혹 네트워크 구성 방식을 모두 지원하며, 무선 매체 접근을 지원하기 위하여 분산 조정 기능(distributed coordination function: DCF)을 정의하여 사용한다. IEEE 802.11 DCF 프로토콜은 두 가지의 매체 접근 방법을 제공한다. 첫째는 기본 접근 방법으로서, 송신 노드가 데이터(DATA) 프레임을 보내면 수신 노드가 응답(ACK) 프레임을 회신하는 방식이다. 둘째는 RTS/CTS 접근 방법으로서, 송신 노드가 RTS 프레임을 보내면 수신 노드가 수신 가능 여부를 CTS 프레임으로 회신하고, 이어서 송신 노드가 데이터(DATA) 프레임을 보내면 수신 노드가 응답(ACK) 프레임을 회신하는 방식이다.

배경 기술

<3> S. Shankar, C.-T. Chou, M. Ghosh는 그들의 논문(Cooperative Communication MAC (CMAC) - A New MAC Protocol for Next Generation Wireless LANs, Proceedings of IEEE Int. Conf. on Wireless Networks, Communications and Mobile Computing, Jun. 2005)에서, 무선 랜에서 파손된 링크의 통신을 가능하게 해주는 패킷 릴레이 메커니즘(packet relay mechanism)을 제안하였다. 이 방법에서는 단일 무선 인터페이스를 갖는 노드들로 구성된 무선 랜에서 파손된 링크의 송수신 노드 사이에 존재하는 릴레이 노드가 저장 후 전송(store-

and-forward) 방법을 이용하여 패킷을 중계 전송한다. 이 방법은 저장 후 전송 방법을 이용하기 때문에 통과 전송(pass-through) 방법에 비하여 전송 지연 시간이 길고 유효 전송률이 낮다.

<4> P. Liu, Z. Tao, S. Narayanan, T. Korakis, S. Panwar는 그들의 논문(CoopMAC: A Cooperative MAC for Wireless LANs, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Feb. 2007)에서, 무선 랜에서 저 전송률 링크의 유효 전송률 향상을 위한 패킷 릴레이 기법을 제안하였다. 이 방법에서는 단일 무선 인터페이스를 갖는 노드들로 구성된 무선 애드혹 네트워크에서 전송률이 낮은 링크의 송수신 노드 사이에 존재하는 릴레이 노드가 저장 후 전송 방법을 이용하여 상대적으로 높은 전송률로 패킷을 중계 전송한다. 이 방법 역시 저장 후 전송 방법을 이용하기 때문에 통과 전송 방법에 비하여 전송 지연 시간이 길고 유효 전송률이 낮은 문제점을 갖는다.

<5> Lenovo Singapore Pte. Ltd. 사의 D. C. Cromer, H. J. Locker, A. L. Trotter, J. P. Ward는 미국 특허 제7,146,433호(Extending an allowable transmission distance between a wireless device and an access point by communication with intermediate wireless device, Dec. 5, 2006)에서, 액세스 포인트(access point)로부터 멀리 떨어져 통신 범위를 벗어나 있는 모바일 장치(mobile unit)가 액세스 포인트와 통신할 수 있도록 중간 모바일 장치가 중계 전송하는 전송 메커니즘을 고안하였다. 원격의 모바일 장치가 요구 프레임(request frame)을 전송하면 중간 노드가 이를 수신하여 액세스 포인트에게 재전송하는 방법을 사용한다. 중계(relay) 전송을 수행하는 중간 노드에서는 저장 후 전송(store-and-forward) 방법을 사용한다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<6> 본 발명의 기술적 과제는 무선 랜에서의 액세스 포인트와 일반 노드간 패킷 전송에서 전송 지연 시간을 줄이고 전송률을 높이기 위한 것으로서, 2개의 2채널 인터페이스를 갖는 노드들로 구성된 무선 랜에서 파손 링크 또는 저 전송률 링크를 위한 통과 전송 매체 접근 제어 장치와 그 제어 방법을 고안하는 것이다.

과제 해결수단

<7> 종래의 저장 후 전송(store-and-forward) 방식이 아닌 통과 전송(pass-through) 기법을 적용한다.

효 과

<8> 두 홉을 거치는 전송 경로의 중간 노드에서의 패킷 저장에 따르는 전송 지연을 최소화하고 결과적으로 전체 전송 지연 시간을 줄이고 전체 패킷 전송률을 향상시킬 뿐만 아니라 유효 네트워크 처리율(effective network throughput)을 증대시키는 통과 전송 매체 접근 제어 장치와 그 제어 방법을 고안하는 것이 본 발명의 주된 기술적 과제이다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<9> 본 발명은 액세스 포인트를 갖춘 무선 랜에서의 파손 링크 또는 저 전송률 링크를 위한 통과 전송 매체 접근 제어 장치와 그 제어 방법을 고안한 것이다.

<10> 본 발명의 적용 대상은 액세스 포인트를 갖춘 무선 랜이다. 각 노드는 통과 전송이 가능하고 인접 링크간 간섭을 최소화하도록 2개의 2채널 인터페이스를 갖는다. 즉, 각 노드에는 동시에 사용할 수 있는 2개의 무선 인터페이스가 있고, 각 인터페이스는 간섭을 최소화하기 위하여 2개의 채널 중에서 하나를 선택 사용할 수 있다. 채널 할당은 라운드 로빈(round robin) 방식을 따르며, 전단 노드(upstream node)와의 통신 채널이 k일 경우 후단 노드(downstream node)와의 통신 채널은 $(k + 1) \bmod 2$ 을 사용한다. 여기서, 채널 번호 k는 0 또는 1이며 mod 연산자는 나머지(modulo) 연산자를 나타낸다.

<11> 도 1은 하나의 액세스 포인트(access point: AP)(100)와 두 개의 일반 노드(110, 120)가 무선 링크(wireless link)(130, 140, 150)를 통하여 상호 연결되어 있는 무선 랜 시스템의 한 예를 보여준다. 액세스 포인트(100)는 유선 케이블(101)을 통하여 인터넷에 직접 연결되고 무선 링크(130, 140)를 통하여 일반 노드(110, 120)와 무선으로 연결함으로써 일반 노드(110, 120)의 인터넷 연결 서비스를 지원하는 게이트웨이(gateway) 역할 및 일반 노드(110, 120) 상호간 연결 서비스를 제공하는 조정자(coordinator) 역할을 동시에 수행한다. 일반 노드(110, 120)는 무선 랜에서 액세스 포인트가 아닌 노드를 지칭하며, 노트북 컴퓨터(notebook computer) 또는 핸드헬드 컴퓨터(handheld computer) 등 무선 네트워크 접속 기능을 갖춘 장치들이다. 무선 링크(130, 140, 150)는 일정한 전송 범위(transmission range)의 무 방향성(omni-directional) 안테나에 의하여 비동시(非同時) 양방향

(half duplex) 송수신이 가능한 논리적인 연결(logical connection)을 나타낸다. 도 1에서 액세스 포인트(100)가 하나의 일반 노드(120)에게 패킷을 전송하는 경우에 이들 둘(100, 120) 사이의 링크(130)가 파손 링크이거나 저 전송률 링크이면 두 개의 고 전송률 링크(140, 150)를 이용하여 지원 노드(helper or help node)(110)를 통해 중계 전송함으로써 높은 전송률로 안전하게 패킷을 전송할 수 있게 된다. 지원 노드(110)는 송신 노드(sender or source node)(100)로부터 패킷을 수신하고 이를 다시 수신 노드(receiver or destination node)(120)로 전송하며, 수신 노드(120)가 패킷을 수신함으로써 일련의 중계 전송 과정이 완료된다. 일반 노드(120)가 액세스 포인트(100)에게 패킷을 전송하는 반대 방향의 경우 역시 방향만 반대일 뿐 마찬가지로의 중계 전송 과정을 거친다.

<12>

도 2는 송신 노드(sender or source node)(200)와 수신 노드(receiver or destination node)(220) 사이에 지원 노드(helper or help node)(210)가 존재하는 경우에 통과 전송(pass-through)을 위한 연결 모습을 나타낸다. 송신 노드(200)는 2개의 채널 중 0번 채널을 사용하여 2개의 무선 인터페이스(201, 202) 중 하나(202)를 통해 수신 노드(220)에게 송신한다. 수신 노드(220)는 2개의 무선 인터페이스(211, 212) 중 하나(211)를 통해 패킷을 수신한다. 이때, 송신 노드(200)와 수신 노드(220) 사이의 무선 링크(230)의 강도(strength)에 따라 전송 품질이 결정된다. 즉, 무선 링크(230)의 강도가 너무 취약하여 수신 노드(220)가 수신할 수 없으면 무선 링크(230)는 파손 링크(broken link)로 간주되며, 수신 노드(220)가 수신할 수는 있으나 무선 링크(230)의 강도가 다소 약한 경우에는 저 전송률 링크(low rate link)가 된다. 지원 노드(210)는 송신 노드(200)와 수신 노드(220) 사이에서 오가는 제어 프레임(control frames)을 엿듣고(overhearing) 측정함으로써 송신 노드(200)와 수신 노드(220) 사이의 전송률 R_{s-d} , 송신 노드(200)와 지원 노드(210) 사이의 전송률 R_{s-h} , 지원 노드(210)와 수신 노드(220) 사이의 전송률 R_{h-d} 를 파악한다. 각 노드는 신호 강도(signal strength) 또는 신호대 잡음비(signal to noise ratio: SNR)를 측정할 수 있고 이를 기반으로 전송률을 알 수 있다. 수신 노드(220)는 송신 노드(200)가 보낸 제어 프레임을 수신하면 R_{s-d} 을 알게 되고 이를 송신 노드에게 응답하며, 이후 송신 노드는 이 전송률로 데이터를 전송한다. 따라서, 도 2에서의 지원 노드(210)는 송신 노드(200)가 수신 노드(220)에게 보내는 전송 요구 제어 프레임을 엿듣고 측정하여 R_{s-h} 을 알 수 있고, 수신 노드(220)가 송신 노드(200)로 보내는 응답 제어 프레임을 엿듣고 측정하여 R_{s-d} 및 R_{h-d} 을 알 수 있다. 송신 노드(200)와 수신 노드(220) 사이의 링크가 파손 링크이거나 전송률이 낮아 $R_{s-d} < \min(R_{s-h}, R_{h-d})$ 이면, 지원 노드(210)는 지원 의사를 표시하는 제어 프레임(control frame)을 전송하고 이를 수신한 송신 노드(200) 및 수신 노드(220)는 지원 노드가 고 전송률 링크로 중계 전송할 것임을 인지한다. 여기서 $\min(A, B)$ 는 A와 B 중 최소값을 선택하는 연산을 나타내고는 사전에 설정된 임계값(predetermined threshold)을 나타낸다. 제어 프레임을 통해 중계 전송을 선언한 지원 노드(210)는 2개의 무선 인터페이스(211, 212) 중 하나(211)를 통해 송신 노드(200)로부터 패킷을 수신하고, 이를 1번 채널을 사용하여 남아 있는 무선 인터페이스(212)를 통해 수신 노드(220)로 전송한다. 지원 노드(210)에서 수신 노드(220)로 패킷을 바로 전송할 수 없을 경우에는 수신한 패킷을 노드 내부의 패킷 버퍼(213)에 임시 저장한 후 전송이 가능해지는 즉시 수신 노드(220)로 전송한다. 최종적으로 수신 노드(220)는 남아 있는 무선 인터페이스(222)를 통하여 패킷을 수신한다. 각 노드(200, 210, 220) 내부의 전송률 기반 통과 전송 제어기(rate-based pass-through controller: RPC)(204, 214, 224)는 일련의 통과 전송 동작을 제어하는 역할을 수행한다.

<13>

도 3은 도 2에 나타난 연결 구성에서 파손 링크의 매체 접근 제어 과정을 도식적으로 나타낸 다이어그램이다. 즉, 링크가 파손된 경우에 대하여 지원 노드를 통한 통과 전송 매체 접근 제어 다이어그램을 나타낸다. 송신 노드(sender or source node)가 수신 노드(receiver or destination node)에게 전송 요구를 나타내는 RTS (Ready To Send)(301) 프레임을 보내면, 수신 노드는 이를 수신하고 IFS (Inter-Frame Spacing) 시간이 경과한 후에 CTS (Clear To Send)(302) 프레임을 송신 노드에게 회신하여야 한다. 그러나 링크가 파손된 경우에는 수신 노드가 RTS(301)을 수신할 수 없고 CTS(302)를 회신할 수 없게 된다. 즉, CTS(302) 전송이 불가능하게 된다. 지원 노드는 RTS(301)을 엿듣고 R_{s-h} 을 알게 되며 CTS(302)가 정해진 시간에 전송되지 않음을 파악하여 송신 노드와 수신 노드 사이의 링크가 파손되었음을 알 수 있다. 링크 파손은 감지한 지원 노드는 CTS(302) 시간이 경과하고 IFS 후에 STS (Salvager To Send)(303) 프레임을 전송한다. 송신 노드 및 수신 노드는 지원 노드가 전송한 STS(303)를 수신함으로써 지원 노드를 통하여 통과 전송 방식으로 패킷이 전달됨을 알게 되며, 수신 노드는 IFS 후에 CTS(304) 프레임을 지원 노드에게 회신하고 송신 노드 역시 STS(303)을 수신한 다음 IFS 후에 DATA(305) 프레임을 지원 노드에게 전송한다. 이때, CTS(304)와 DATA(305)는 동시에 지원 노드에게 전송되지만 서로 다른 채널과 서로 다른 인터페이스를 사용하므로 간섭 없이 수신하게 된다. CTS(304)를 수신한 후에 지원 노드는 통과 전송을 위한 동작을 시작하며, IFS 후에 송신 노드로부터 수신하고 있는 DATA(305)를 통과 전송 방식으로 수

신 노드에게 전송한다(306). 한편, 송신 노드가 보낸 DATA(305)를 받은 후 지원 노드는 IFS 후에 송신 노드에게 ACK(307) 프레임을 회신한다. 수신 노드는 지원 노드로부터 DATA(306)를 받은 후 IFS 후에 ACK(308) 프레임을 회신함으로써 일련의 통과 전송 과정이 완료된다.

<14> 도 4는 도 2에 나타난 연결 구성에서 저 전송률 링크의 매체 접근 제어 과정을 도식적으로 나타낸 다이어그램이다. 즉, 링크의 전송률이 현저히 낮은 경우에 지원 노드를 통한 통과 전송 매체 접근 제어 다이어그램을 나타낸다. 송신 노드(sender or source node)가 수신 노드(receiver or destination node)에게 전송 요구를 나타내는 RTS (Ready To Send)(401) 프레임을 보내면, 수신 노드는 이를 수신하고 IFS (Inter-Frame Spacing) 시간이 경과한 후에 CTS (Clear To Send)(402) 프레임을 송신 노드에게 회신한다. 지원 노드는 RTS(401)을 엿듣고 R_{s-h} 을 알게 되며 CTS(402)를 엿듣고 R_{s-d} 및 R_{h-d} 을 알게 되므로, $R_{s-d} + \epsilon < \min(R_{s-h}, R_{h-d})$ 이면 지원 노드는 IFS 후에 지원 의사를 표시하는 HTS (Helper To Send)(403) 프레임을 전송하고 이를 수신한 송신 노드 및 수신 노드는 지원 노드가 고 전송률 링크로 중계 전송할 것임을 인지하게 된다. HTS(403)를 수신한 송신 노드는 IFS 후에 DATA(404) 프레임을 지원 노드에게 보내고, 지원 노드는 이를 수신함과 동시에 통과 전송을 위한 동작을 시작하며, PD (Pass-through Delay) 후에 송신 노드로부터 수신하고 있는 DATA(404)를 통과 전송 방식으로 수신 노드에게 전송한다(405). 여기서, PD는 통과 전송을 위해 지체되는 시간으로서, IEEE 802.11 표준에서 규정한 백오프(back-off) 과정을 포함한다. 한편, 송신 노드가 보낸 DATA(404)를 받은 후 지원 노드는 IFS 후에 송신 노드에게 ACK(406) 프레임을 회신한다. 수신 노드는 지원 노드로부터 DATA(405)를 받은 후 IFS 후에 ACK(407) 프레임을 회신함으로써 일련의 통과 전송 과정이 완료된다.

<15> 도 5는 무선 랜 액세스 포인트(100)에서의 통과 전송을 위한 매체 접근 제어 방법을 나타낸 흐름도이다. 여기서, 액세스 포인트는 송신 노드나 수신 노드가 될 수는 있지만 지원 노드의 역할은 할 수 없음을 주목해야 한다. 처음에 통과 전송 매체 접근 제어 장치(100, 200, 220)가 리셋(reset)되는 초기화 상태가 된다(500). 초기화 상태가 되면, 패킷 버퍼는 비어 있는 상태가 되고 2개의 무선 인터페이스는 수신 대기 상태가 되며 전송률 기반 통과 전송 제어기는 초기 상태를 유지한다. 초기화 과정이 완료된 후 RTS가 수신되면(501) RTS의 수신처가 자신인지 검사한다(530). 이때, RTS의 수신처가 자신이 아니면 단계(501)로 복귀하고, 자신이면 RTS를 보낸 송신 노드(sender or source node)에게 CTS를 회신한다(531). 그리고 나서 정해진 시간 내에 HTS가 수신되는지 검사한다(532). HTS가 수신되면 지원 노드로부터 통과 전송 방식으로 전송되는 DATA를 수신하고 지원 노드에게 ACK를 회신한다(533) 후 단계(501)로 복귀한다. 반면에 HTS가 수신되지 않으면 송신 노드로부터 DATA를 수신하고 송신 노드에게 ACK를 회신한다(534) 후 단계(501)로 복귀한다. 단계(501)에서 수신되는 RTS가 존재하지 않으면 송신할 데이터가 있고 매체가 사용 중인지 검사한다(510). 송신할 데이터가 없거나 매체가 사용 중이면, 단계(501)로 복귀한다. 송신할 데이터가 있고 매체가 사용 중이지 않으면, 자신이 송신 노드이며 수신 노드에게 RTS를 전송한다(511). 그리고 나서 수신 노드로부터 정해진 시간 내에 CTS가 정상적으로 수신되는지 검사한다(512). CTS가 정상적으로 수신되지 않으면 정해진 시간 내에 STS가 수신되는지 검사한다(514). STS가 수신되지 않으면 단계(501)로 복귀한다. 즉 송신할 DATA를 지원 노드로 다시 송신해야 하므로, 단계(501) 및 단계(510)를 거쳐서 재전송을 시도하게 된다. 단계(514)에서 STS가 정상적으로 수신되면 통과 전송을 의미하며 단계(515)를 수행한다. 한편 단계(512)에서 CTS가 정상적으로 수신되면 정해진 시간 내에 HTS가 수신되는지 검사한다(513). HTS가 수신되면 통과 전송을 의미하며 단계(515)를 수행한다. STS 또는 HTS를 정상적으로 수신하면 통과 전송을 위해 지원 노드에게 DATA를 전송한다(515). 이후에 지원 노드로부터 정해진 시간 내에 ACK가 정상적으로 수신되는지 검사한다(516). ACK가 정상적으로 수신되지 않으면 단계(501)로 복귀한다. 즉 송신할 DATA를 지원 노드로 다시 송신해야 하므로, 단계(501) 및 단계(510)를 거쳐서 재전송을 시도하게 된다. 단계(516)에서 ACK가 정상적으로 수신되면 전송한 데이터를 버퍼에서 지우고(517) 다시 단계(501)로 복귀한다. 한편 단계(513)에서 HTS가 정상적으로 수신되지 않으면 통과 전송이 아닌 일반 전송이므로 수신 노드에게 DATA를 전송한다(518). 그리고 나서 수신 노드로부터 정해진 시간 내에 ACK가 정상적으로 수신되는지 검사한다(519). ACK가 정상적으로 수신되지 않으면 단계(501)로 복귀한다. 즉 송신할 DATA를 수신 노드로 다시 송신해야 하므로, 단계(501) 및 단계(510)를 거쳐서 재전송을 시도하게 된다. 단계(519)에서 ACK가 정상적으로 수신되면 전송한 데이터를 버퍼에서 지우고(520) 다시 단계(501)로 복귀한다.

<16> 도 6은 무선 랜 일반 노드에서의 통과 전송을 위한 매체 접근 제어 방법을 나타낸 흐름도이다. 처음에 통과 전송 매체 접근 제어 장치(110, 120, 200, 210, 220)가 리셋(reset)되는 초기화 상태가 된다(600). 초기화 상태가 되면, 패킷 버퍼는 비어 있는 상태가 되고 2개의 무선 인터페이스는 수신 대기 상태가 되며 전송률 기반 통과 전송 제어기는 초기 상태를 유지한다. 초기화 과정이 완료된 후 RTS가 수신되면(601) RTS의 수신처가 자신인지 검사한다(630). 이때, RTS의 수신처가 자신이면 RTS를 보낸 송신 노드(sender or source node)에게 CTS를

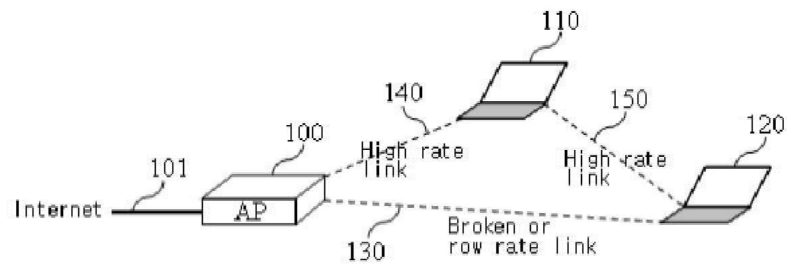
회신한다(640). 그리고 나서 정해진 시간 내에 HTS가 수신되는지 검사한다(641). HTS가 수신되면 지원 노드로부터 통과 전송 방식으로 전송되는 DATA를 수신하고 지원 노드에게 ACK를 회신한(642) 후 단계(601)로 복귀한다. 반면에 HTS가 수신되지 않으면 송신 노드로부터 DATA를 수신하고 송신 노드에게 ACK를 회신한(643) 후 단계(601)로 복귀한다. 단계(630)에서 RTS의 수신처가 자신이 아니면 수신 노드로부터 정해진 시간 내에 CTS가 정상적으로 수신되는지 검사한다(631). CTS가 정상적으로 수신되지 않으면 송신 노드와 수신 노드 사이의 링크가 파손된 것이므로 수신 노드가 자신의 이웃 노드인지 검사한다(632). 이웃 노드가 아니면 단계(601)로 복귀하고, 이웃 노드이면 송신 노드 및 수신 노드에게 STS를 전송하고(632), 수신 노드로부터 정해진 시간 내에 CTS가 정상적으로 수신되는지 검사한다(634). CTS가 수신되지 않으면 단계(601)로 복귀하고, 정상적으로 수신되면 통과 전송이 가능하며 단계(637)을 수행한다. 한편 단계(631)에서 CTS가 정상적으로 수신되면 송신 노드와 수신 노드 사이의 링크 전송률을 파악하기 위하여 $\min(R_{s-h}, R_{h-d}) > R_{s-d}$ 인지 검사한다(635). 검사 결과가 거짓이면 단계(601)로 복귀하고, 참이면 송신 노드와 수신 노드 사이의 링크 전송률(R_{s-d})보다 통과 전송 경로의 전송률($\min(R_{s-h}, R_{h-d})$)이 임계값(threshold) 이상으로 높으므로 통과 전송을 위해 송신 노드 및 수신 노드에게 HTS를 전송하고(636) 단계(637)을 수행한다. 지원 노드로서 통과 전송을 수행하는 단계(637)에서는 송신 노드로부터 DATA를 수신하고 이를 바로 통과 전송 방식으로 수신 노드에게 전송하고 송신 노드로부터 DATA 수신이 완료되면 송신 노드에게 ACK를 회신한다, 그리고 나서 수신 노드로부터 정해진 시간 내에 ACK가 정상적으로 수신되는지 검사한다(638). ACK가 정상적으로 수신되지 않으면 단계(601)로 복귀한다. 즉 송신할 DATA를 지원 노드로 다시 송신해야 하므로, 단계(601) 및 단계(610)를 거쳐서 재전송을 시도하게 된다. 단계(638)에서 ACK가 정상적으로 수신되면 전송한 데이터를 버퍼에서 지우고(639) 다시 단계(601)로 복귀한다. 단계(601)에서 수신되는 RTS가 존재하지 않으면 송신할 데이터가 있고 매체가 사용 중인지 검사한다(610). 송신할 데이터가 없거나 매체가 사용 중이면, 단계(601)로 복귀한다. 송신할 데이터가 있고 매체가 사용 중이지 않으면, 자신이 송신 노드이며 수신 노드에게 RTS를 전송한다(611). 그리고 나서 수신 노드로부터 정해진 시간 내에 CTS가 정상적으로 수신되는지 검사한다(612). CTS가 정상적으로 수신되지 않으면 정해진 시간 내에 STS가 수신되는지 검사한다(614). STS가 수신되지 않으면 단계(601)로 복귀하고, 정상적으로 수신되면 통과 전송을 의미하며 단계(615)를 수행한다. 한편 단계(612)에서 CTS가 정상적으로 수신되면 정해진 시간 내에 HTS가 수신되는지 검사한다(613). HTS가 수신되면 통과 전송을 의미하며 단계(615)를 수행한다. STS 또는 HTS를 정상적으로 수신하면 통과 전송을 위해 지원 노드에게 DATA를 전송한다(615). 이후에 지원 노드로부터 정해진 시간 내에 ACK가 정상적으로 수신되는지 검사한다(616). ACK가 정상적으로 수신되지 않으면 단계(601)로 복귀하고, 정상적으로 수신되면 전송한 데이터를 버퍼에서 지우고(617) 다시 단계(601)로 복귀한다. 한편 단계(613)에서 HTS가 정상적으로 수신되지 않으면 통과 전송이 아닌 일반 전송이므로 수신 노드에게 DATA를 전송한다(618). 그리고 나서 수신 노드로부터 정해진 시간 내에 ACK가 정상적으로 수신되는지 검사한다(619). ACK가 정상적으로 수신되지 않으면 단계(601)로 복귀하고, 정상적으로 수신되면 전송한 데이터를 버퍼에서 지우고(620) 다시 단계(601)로 복귀한다.

도면의 간단한 설명

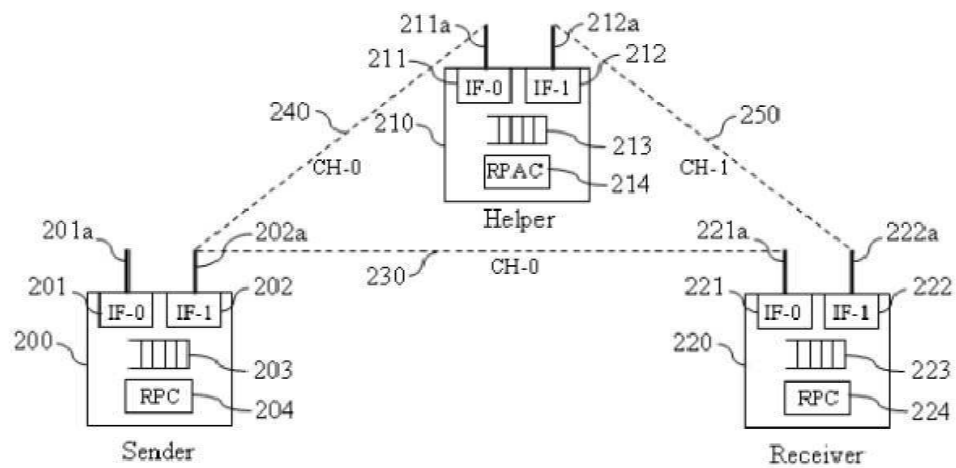
- <17> 도 1: 지원 노드를 통한 무선 랜 구성의 예시도
- <18> 도 2: 지원 노드를 통한 무선 랜 통과 전송 연결도
- <19> 도 3: 지원 노드를 통한 파손 링크의 통과 전송 매체 접근 제어 다이어그램
- <20> 도 4: 지원 노드를 통한 저 전송률 링크의 통과 전송 매체 접근 제어 다이어그램
- <21> 도 5: 무선 랜 액세스 포인트에서의 통과 전송 매체 접근 제어 흐름도
- <22> 도 6: 무선 랜 일반 노드에서의 통과 전송 매체 접근 제어 흐름도

도면

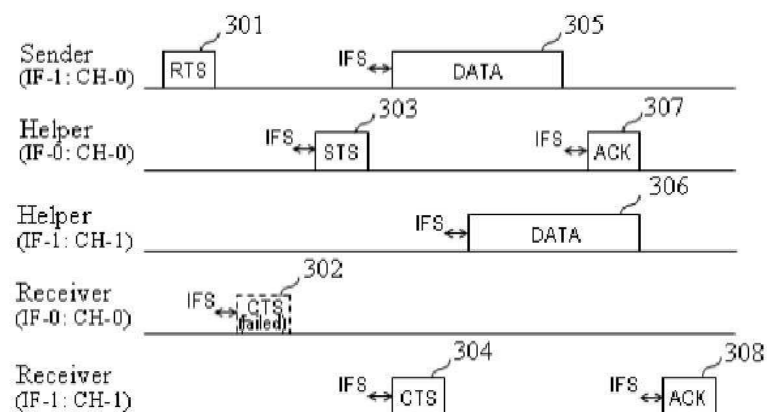
도면1



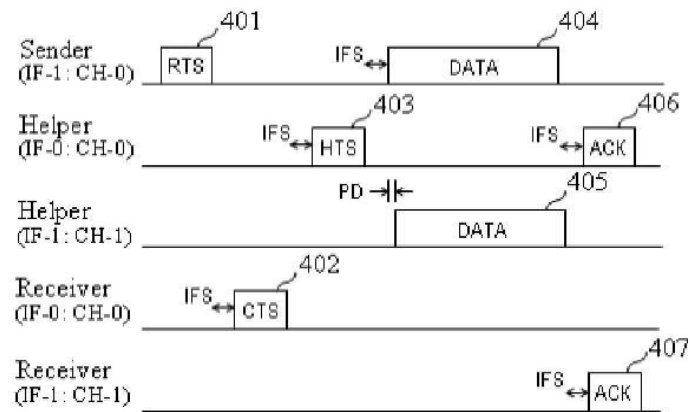
도면2



도면3



도면4



도면5

