(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0002972
(43) 공개일자 2025년01월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 1/00 (2006.01) *H04L 5/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04L 1/0034 (2013.01)
H04L 5/0055 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0084831
(22) 출원일자 2023년06월30일
심사청구일자 2023년06월30일

(71) 출원인
한양대학교 에리카산학협력단
경기도 안산시 상록구 한양대학로 55
경상국립대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
진후
경기도 수원시 영통구 영통로 498, 130동 2004호
후 양첸
경기도 안산시 상록구 한양대학로 55, 4공학관 410-1호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김준석, 박민욱

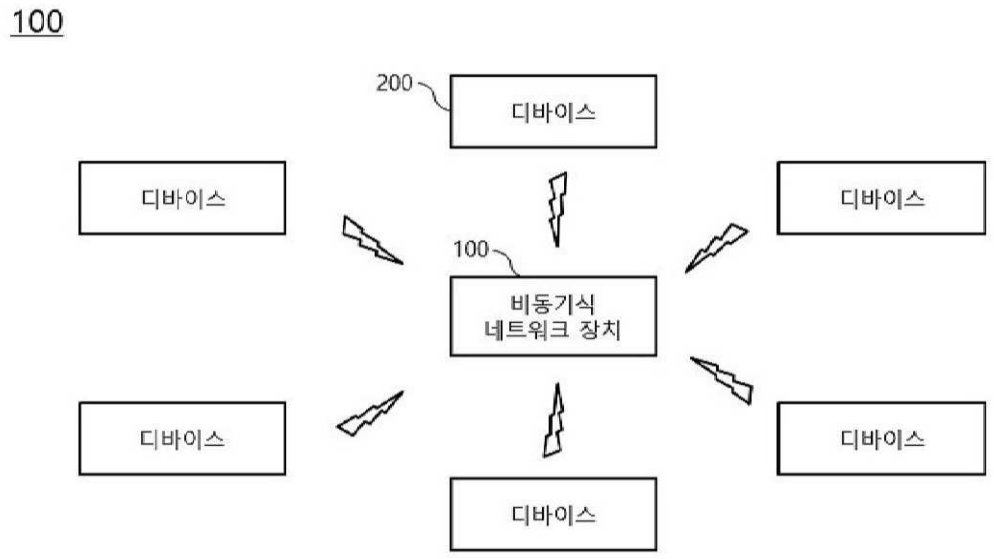
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **비동기식 네트워크 장치 및 그 제어방법**

(57) 요 약

본 발명은 비동기식 네트워크 장치 및 비동기식 네트워크 장치의 제어방법에 관한 것으로, 비동기식 네트워크 장치가 복수의 액티브 디바이스 각각에 대응되는 패킷의 충돌 여부를 판단하는 단계; 상기 비동기식 네트워크 장치가 상기 패킷이 충돌된 것으로 판단한 경우, 충돌의 시작 시점과 끝나는 시점 및 미리 추정된 액티브 디바이스 수를 포함하는 NACK를 상기 복수의 액티브 디바이스에 전송하는 단계; 및 상기 비동기식 네트워크 장치가 상기 NACK을 수신받은 복수의 액티브 디바이스 중 최초 액티브 디바이스 및 최후 액티브 디바이스로부터 각각에 대응되는 패킷을 재전송받는 단계;를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

범송

경기도 안산시 상록구 한양대학로 55, 4공학관 410-1호

서준배

경상남도 통영시 통영해안로 2, 802호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711180255
과제번호	2021R1F1A1063057
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)
연구과제명	스마트 농축산을 위한 사물인터넷의 응용과 저전력통신망의 설계 및 최적화에 대한 연구
기 여 율	50/100
과제수행기관명	경상국립대학교
연구기간	2023.03.01 ~ 2024.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711153028
과제번호	2020-0-00167-003
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	5G기반IoT핵심기술개발
연구과제명	5G+ 스마트시티 환경에서 무선 연결성 효율 증대를위한 비면허대역 Massive IoT 무선 접속 핵심 기술개발
기 여 율	50/100
과제수행기관명	한양대학교 에리카산학협력단
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

비동기식 네트워크 장치가 복수의 액티브 디바이스 각각에 대응되는 패킷의 충돌 여부를 판단하는 단계;

상기 비동기식 네트워크 장치가 상기 패킷이 충돌된 것으로 판단한 경우, 충돌의 시작 시점과 끝나는 시점 및 미리 추정된 액티브 디바이스 수를 포함하는 NACK를 상기 복수의 액티브 디바이스에 전송하는 단계; 및

상기 비동기식 네트워크 장치가 상기 NACK을 수신받은 복수의 액티브 디바이스 중 최초 액티브 디바이스 및 최후 액티브 디바이스로부터 각각에 대응되는 패킷을 재전송받는 단계;

를 포함하는 비동기식 네트워크 장치의 제어방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 패킷의 충돌 여부를 판단하는 단계는,

상기 비동기식 네트워크 장치가 상기 패킷의 전송이 끝나는 시점에 채널을 센싱하여 전송 오류를 감지를 통해 수신 실패한 것으로 판단하는 것을 특징으로 하는 비동기식 네트워크 장치의 제어방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 최초 액티브 디바이스 및 최후 액티브 디바이스로부터 각각에 대응되는 패킷을 재전송받는 단계는,

상기 비동기식 네트워크 장치에서 충돌 기간을 측정하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 비동기식 네트워크 장치의 제어방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 최초 액티브 디바이스는,

상기 액티브 디바이스에서 측정된 충돌 기간 및 상기 비동기식 네트워크 장치에서 측정된 충돌 기간을 이용하여 패킷을 최초로 전송한 것으로 인식한 액티브 디바이스를 나타내는 것을 특징으로 하는 비동기식 네트워크 장치의 제어방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 최후 액티브 디바이스는,

상기 액티브 디바이스에서 측정된 충돌 기간을 이용하여 패킷을 최후로 전송한 것으로 인식한 액티브 디바이스를 나타내는 것을 특징으로 하는 비동기식 네트워크 장치의 제어방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 최후 액티브 디바이스는,

상기 액티브 디바이스의 피드백 타이머, 상기 액티브 디바이스가 전송한 패킷의 패킷 전송 시간, NACK 길이를 이용하여 패킷을 최후로 전송한 것으로 인식한 액티브 디바이스를 나타내는 것을 특징으로 하는 비동기식 네트워크 장치의 제어방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 비동기식 네트워크 장치가 패킷을 수신하기 전의 유휴 기간을 연산하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 비동기식 네트워크 장치의 제어방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 미리 추정된 액티브 디바이스 수는,

상기 유휴 기간 및 충돌 기간의 시작부터 NACK의 끝까지의 기간을 이용하여 추정되는 것을 특징으로 하는 비동기식 네트워크 장치의 제어방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 액티브 디바이스는,

상기 추정된 액티브 디바이스 수를 기초로 백오프 시간을 생성하는 것을 특징으로 하는 비동기식 네트워크 장치의 제어방법.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 비동기식 네트워크 장치가 상기 패킷이 충돌되지 않은 것으로 판단한 경우,

상기 비동기식 네트워크 장치가 상기 유휴 기간 및 패킷 전송 시간을 이용하여 상기 액티브 디바이스 수를 추정하여 상기 액티브 디바이스에 상기 추정된 액티브 디바이스 수를 포함하는 ACK를 전송하는 것을 특징으로 하는 비동기식 네트워크 장치의 제어방법.

청구항 11

복수의 액티브 디바이스 각각에 대응되는 패킷의 충돌 여부를 판단하는 판단부; 및

상기 패킷이 충돌된 것으로 판단한 경우, 충돌의 시작 시점과 끝나는 시점 및 미리 추정된 액티브 디바이스 수를 포함하는 NACK를 상기 복수의 액티브 디바이스에 전송하고, 상기 NACK을 수신받은 복수의 액티브 디바이스 중 최초 액티브 디바이스 및 최후 액티브 디바이스로부터 각각에 대응되는 패킷을 재전송받는 통신부;

를 포함하는 비동기식 네트워크 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 판단부는,

최초 패킷의 전송이 끝나는 시점에 채널을 센싱하여 전송 오류를 감지를 통해 수신 실패한 것으로 판단하는 것을 특징으로 하는 비동기식 네트워크 장치.

청구항 13

제11항에 있어서,

충돌 기간을 측정하는 측정부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 비동기식 네트워크 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 최초 액티브 디바이스는,

상기 액티브 디바이스에서 측정된 충돌 기간 및 상기 비동기식 네트워크 장치에서 측정된 충돌 기간을 이용하여 패킷을 최초로 전송한 것으로 인식한 액티브 디바이스를 나타내는 것을 특징으로 하는 비동기식 네트워크 장치.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 최후 액티브 디바이스는,

상기 액티브 디바이스에서 측정된 충돌 기간을 이용하여 패킷을 최후로 전송한 것으로 인식한 액티브 디바이스를 나타내는 것을 특징으로 하는 비동기식 네트워크 장치.

청구항 16

제11항에 있어서,

상기 최후 액티브 디바이스는,

상기 액티브 디바이스의 피드백 타이머, 상기 액티브 디바이스가 전송한 패킷의 패킷 전송 시간, NACK 길이를 이용하여 패킷을 최후로 전송한 것으로 인식한 액티브 디바이스를 나타내는 것을 특징으로 하는 비동기식 네트워크 장치.

청구항 17

제11항에 있어서,

상기 패킷을 수신하기 전의 유휴 기간을 연산하는 연산부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 비동기식 네트워크 장치.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 연산부는,

상기 유휴 기간 및 충돌 기간의 시작부터 NACK의 끝까지의 기간을 이용하여 액티브 디바이스 수를 추정하는 것을 특징으로 하는 비동기식 네트워크 장치.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 액티브 디바이스는,

상기 추정된 액티브 디바이스 수를 기초로 백오프 시간을 생성하는 것을 특징으로 하는 비동기식 네트워크 장치.

청구항 20

제17항에 있어서,

상기 통신부는,

상기 비동기식 네트워크 장치가 상기 패킷이 충돌되지 않은 것으로 판단한 경우,

상기 유휴 기간 및 패킷 전송 시간을 이용하여 상기 액티브 디바이스 수를 추정하여 상기 액티브 디바이스에 상기 추정된 액티브 디바이스 수를 포함하는 ACK를 전송하는 것을 특징으로 하는 비동기식 네트워크 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 비동기식 네트워크 장치 및 그 제어방법에 대한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 저렴한 스마트 센서와 무선 연결 기술의 보급으로 인해 IoT의 빠른 배포가 가능해졌다.

[0003] 이러한 기술의 가용성으로 인해 다양한 소스에서 실시간으로 데이터를 수집하고 전송하는 것이 더 쉬워지고 비용 효율적이게 되었다.

[0004] 현재 사물인터넷을 위한 비면허대역에서 동작하는 저전력 광역무선통신네트워크(Low Power Wide Area Network(LPWAN))로 Long Rage(LoRa), Sigfox 등 상용네트워크가 있으며, 이들은 매체접근제어계층에서의 무선 채널 접속방식으로 비동기식 랜덤액세스 방식인 ALOHA Protocol을 사용한다.

[0005] LPWAN은 낮은 데이터 전송률을 지원하고 일부 패킷 손실을 허용하기 위해 설계되었으나, IoT 응용 프로그램과 장치의 수가 계속 증가함에 따라 LPWAN의 성능은 한계에 도달하는 문제점이 발생하였다.

[0006] 또한, LoRa 네트워크에서는 디바이스들은 패킷 전송에 있어 Pure ALOHA 방식을 채택하고 있으며, 디바이스들 사이의 패킷 전송 충돌로 인해 전송 실패가 발생하였을 때 재전송 방식에 있어 같은 채널에서 단순히 1초~3초사이에 랜덤하게 재전송한다.

[0007] 이러한 방식은 재전송시 새로 패킷을 보내고자 하는 디바이스들과 추가적으로 충돌이 발생할 수 있어 성능저하가 크다는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-2022-0071920호("패킷 재전송을 제어하는 방법 및 그 장치", 공개일자: 2022.05.31)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 충돌 발생 시, 액티브 디바이스로부터 패킷을 재전송받는 비동기식 네트워크 장치 및 그 제어방법을 제공하는 것을 해결하고자 하는 과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 상술한 과제를 해결하기 위하여 비동기식 네트워크 장치 및 그 제어방법이 제공된다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 비동기식 네트워크 장치의 제어방법은 비동기식 네트워크 장치가 복수의 액티브 디바이스 각각에 대응되는 패킷의 충돌 여부를 판단하는 단계; 상기 비동기식 네트워크 장치가 상기 패킷이 충돌된 것으로 판단한 경우, 충돌의 시작 시점과 끝나는 시점 및 미리 추정된 액티브 디바이스 수를 포함하는 NACK를 상기 복수의 액티브 디바이스에 전송하는 단계; 및 상기 비동기식 네트워크 장치가 상기 NACK을 수신받은 복수의 액티브 디바이스 중 최초 액티브 디바이스 및 최후 액티브 디바이스로부터 각각에 대응되는 패킷을 재전송받는 단계;를 포함한다.

[0012] 일 실시예에서, 상기 패킷의 충돌 여부를 판단하는 단계는, 상기 비동기식 네트워크 장치가 상기 패킷의 전송이 끝나는 시점에 채널을 센싱하여 전송 오류를 감지를 통해 수신 실패한 것으로 판단하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0013] 일 실시예에서, 상기 최초 액티브 디바이스 및 최후 액티브 디바이스로부터 각각에 대응되는 패킷을 재전송받는 단계는, 상기 비동기식 네트워크 장치에서 충돌 기간을 측정하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0014] 일 실시예에서, 상기 최초 액티브 디바이스는, 상기 액티브 디바이스에서 측정된 충돌 기간 및 상기 비동기식 네트워크 장치에서 측정된 충돌 기간을 이용하여 패킷을 최초로 전송한 것으로 인식한 액티브 디바이스를 나타내는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0015] 일 실시예에서, 상기 최후 액티브 디바이스는, 상기 액티브 디바이스에서 측정된 충돌 기간을 이용하여 패킷을 최후로 전송한 것으로 인식한 액티브 디바이스를 나타내는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0016] 일 실시예에서, 상기 최후 액티브 디바이스는, 상기 액티브 디바이스의 피드백 타이머, 상기 액티브 디바이스가 전송한 패킷의 패킷 전송 시간, NACK 길이를 이용하여 패킷을 최후로 전송한 것으로 인식한 액티브 디바이스를 나타내는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0017] 일 실시예에서, 상기 비동기식 네트워크 장치가 패킷을 수신하기 전의 유휴 기간을 연산하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0018] 일 실시예에서, 상기 미리 추정된 액티브 디바이스 수는, 상기 유휴 기간 및 충돌 기간의 시작부터 NACK의 끝까지의 기간을 이용하여 추정되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0019] 일 실시예에서, 상기 액티브 디바이스는, 상기 추정된 액티브 디바이스 수를 기초로 백오프 시간을 생성하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0020] 일 실시예에서, 상기 비동기식 네트워크 장치가 상기 패킷이 충돌되지 않은 것으로 판단한 경우, 상기 비동기식 네트워크 장치가 상기 유휴 기간 및 패킷 전송 시간을 이용하여 상기 액티브 디바이스 수를 추정하여 상기 액티브 디바이스에 상기 추정된 액티브 디바이스 수를 포함하는 ACK를 전송하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0021] 비동기식 네트워크 장치는 복수의 액티브 디바이스 각각에 대응되는 패킷의 충돌 여부를 판단하는 판단부; 및 상기 패킷이 충돌된 것으로 판단한 경우, 충돌의 시작 시점과 끝나는 시점 및 미리 추정된 액티브 디바이스 수를 포함하는 NACK를 상기 복수의 액티브 디바이스에 전송하고, 상기 NACK을 수신받은 복수의 액티브 디바이스 중 최초 액티브 디바이스 및 최후 액티브 디바이스로부터 각각에 대응되는 패킷을 재전송받는 통신부;를 포함한다.

[0022] 일 실시예에서, 상기 판단부는, 최초 패킷의 전송이 끝나는 시점에 채널을 센싱하여 전송 오류를 감지를 통해 수신 실패한 것으로 판단하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0023] 일 실시예에서, 충돌 기간을 측정하는 측정부;를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0024] 일 실시예에서, 상기 최초 액티브 디바이스는, 상기 액티브 디바이스에서 측정된 충돌 기간 및 상기 비동기식 네트워크 장치에서 측정된 충돌 기간을 이용하여 패킷을 최초로 전송한 것으로 인식한 액티브 디바이스를 나타내는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0025] 일 실시예에서, 상기 최후 액티브 디바이스는, 상기 액티브 디바이스에서 측정된 충돌 기간을 이용하여 패킷을 최후로 전송한 것으로 인식한 액티브 디바이스를 나타내는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0026] 일 실시예에서, 상기 최후 액티브 디바이스는, 상기 액티브 디바이스의 피드백 타이머, 상기 액티브 디바이스가 전송한 패킷의 패킷 전송 시간, NACK 길이를 이용하여 패킷을 최후로 전송한 것으로 인식한 액티브 디바이스를 나타내는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0027] 일 실시예에서, 상기 패킷을 수신하기 전의 유휴 기간을 연산하는 연산부;를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0028] 일 실시예에서, 상기 연산부는, 상기 유휴 기간 및 충돌 기간의 시작부터 NACK의 끝까지의 기간을 이용하여 액티브 디바이스 수를 추정하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0029] 일 실시예에서, 상기 액티브 디바이스는, 상기 추정된 액티브 디바이스 수를 기초로 백오프 시간을 생성하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0030] 일 실시예에서, 상기 통신부는, 상기 비동기식 네트워크 장치가 상기 패킷이 충돌되지 않은 것으로 판단한 경우, 상기 유휴 기간 및 패킷 전송 시간을 이용하여 상기 액티브 디바이스 수를 추정하여 상기 액티브 디바이스에 상기 추정된 액티브 디바이스 수를 포함하는 ACK를 전송하는 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

[0031] 상술한 신속 충돌 해소 시스템 및 신속 충돌 해소 방법에 의하면, 네트워크에서의 디바이스들의 패킷 전송 충돌을 최소화할 수 있고, 네트워크에 있는 액티브 디바이스 수를 추정하여 네트워크 혼잡도를 최소화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 비동기식 네트워크 장치를 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 채널에서 패킷 전송에 따라 발생할 수 있는 현상을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 비동기식 네트워크 장치의 구성을 설명하기 위한 블록도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 패킷 충돌이 발생하지 않을 시의 액티브 디바이스 수를 추정하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 패킷 충돌이 발생할 시의 액티브 디바이스 수를 추정하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 액티브 디바이스 수를 추정하는 알고리즘을 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 패킷을 재전송하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 비동기식 네트워크 장치의 제어방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 액티브 디바이스 추정 알고리즘의 처리량을 설명하기 위한 도면이다.

도 10은 포화 상태에서 디바이스 수가 증가함에 따른 처리량을 설명하기 위한 도면이다.

도 11은 평균 액세스 지연을 설명하기 위한 도면이다.

도 12는 수신 윈도우 크기가 처리량과 액세스 지연에 미치는 영향을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 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 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0034] 본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 본 발명에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.

[0035] 본 발명에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 판례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.

[0036] 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다. 또한, 명세서에서 사용되는 "부", "모듈", "유닛" 등의 용어는 적어도 하나의 기능 또는 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 소프트웨어, FPGA 또는 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소, 또는 소프트웨어와 하드웨어의 결합으로 구현될 수 있다. 그렇지만 "부", "모듈", "유닛" 등의 용어가 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. "부", "모듈", "유닛" 등은 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일 예로서 ""부", "모듈", "유닛" 등의 용어는 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로 코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들을 포함한다.

[0037] 아래에서는 첨부한 도면을 참고하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략한다.

[0038] "제1", "제2" 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성 요소들은 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 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 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 항목들 중의 어느 하나의 항목을 포함한다.

[0040] 이하, 도면을 참고하여 본 발명의 일 실시예에서는 비동기식 네트워크 장치를 설명하도록 한다.

[0041] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 비동기식 네트워크 장치를 설명하기 위한 도면이다.

[0042] 도 1에서 도시한 바와 같이, 비동기식 네트워크 장치(100)는 데이터를 송수신할 수 있도록 복수의 디바이스(Device)(200)와 서로 연결된다.

[0043] 비동기식 네트워크 장치(100)는 게이트웨이(Gateway, GW)로 구현될 수 있다.

[0044] 비동기식 네트워크 장치(100)는 디바이스(200)로부터 패킷을 전송받는 네트워크 구조로 구현되고, unslotted ALOHA일 수 있다.

[0045] 비동기식 네트워크 장치(100)는 업링크(Uplink)를 위한 수신 모드와 다운링크(Downlink)를 위한 전송 모드를 포함할 수 있다.

[0046] 수신 모드에서의 비동기식 네트워크 장치(100)는 디바이스(200)로부터 패킷을 수신할 수 있다.

[0047] 디바이스(200)로부터 전송된 패킷의 수신이 성공 또는 실패할 경우, 비동기식 네트워크 장치(100)는 전송 모드로 전환되어 ACK(Positive Acknowledgement) 또는 NACK(Negative Acknowledgement)을 디바이스(200)에 전송할 수 있다.

[0048] 이때, 패킷의 수신이 성공한 것은 패킷 충돌이 발생하지 않은 것을 나타내고, 패킷의 수신이 실패한 것은 패킷 충돌이 발생한 것을 나타낸다.

[0049] 즉, ACK는 디바이스(200)로부터 전송된 패킷이 충돌하지 않은 경우에 전송되는 신호이고, NACK는 디바이스(200)에서 전송된 패킷이 충돌한 경우에 전송되는 신호이다.

[0050] 이때, 디바이스(200)는 채널을 통해 비동기식 네트워크 장치(100)로 패킷을 전송하는데, 채널은 유휴(idle) 상태와 사용중(busy) 상태일 수 있다.

[0051] 그리고, 사용중 상태는 성공(Success) 또는 충돌(collision) 상태로 세분화될 수 있다.

[0052] 도 2는 채널에서 패킷 전송에 따라 발생할 수 있는 현상을 설명하기 위한 도면이다.

[0053] 도 2에서 도시한 바와 같이, 채널은 패킷 전송에 따라 성공, 유휴, 충돌 상태일 수 있다.

[0054] 여기서, 유휴 상태는 ACK 또는 NACK의 끝에서 디바이스(200)에 의한 패킷 전송의 시작까지의 시간을 나타내는 것으로, 모든 디바이스들의 전송이 없을 경우에 나타나는 채널의 상태를 의미한다.

[0055] 디바이스(200)는 TDD(Time Division Duplex) 방식으로 하나의 비동기식 네트워크 장치(100)로 패킷을 전송할 수 있다.

[0056] 디바이스(200)에 대해 패킷 도착은 평균률이 λ(Packet/msec)인 포아송 분포를 기반으로 한다.

[0057] 디바이스(200)는 하나의 패킷만 보관할 수 있고, 새로운 패킷이 도착했을 시, 디바이스(200)가 이전에 생성된 패킷을 아직 전송하지 않았을 경우, 새로운 패킷은 무시될 수 있다.

[0058] 디바이스(200)는 패킷을 보유한 액티브(Active) 디바이스(210)를 포함할 수 있다.

[0059] 디바이스(200)는 지수 백오프 알고리즘에 따라 패킷을 전송할 수 있다.

[0060] 디바이스(200)는 평균이 $1/\beta$인 지수 분포에서 임의의 백오프 타임(Backoff time)인 $\tau i(\mu sec)$을 도출하여 $\tau i(\mu sec)$ 동안 대기할 수 있다.

[0061] 이때, 디바이스(200)는 $\beta = x^* / (\bar{T}m)$으로 설정할 수 있으며, 백오프 타임은 액티브 디바이스 별로 취하는 액션을 나타낸다.

[0062] 여기서, β는 패킷 전송 시간의 함수이고, 패킷 전송 대기 시간일 수 있으며, m은 비동기식 네트워크 장치(100)에서 추정되는 액티브 디바이스 수이고, x^*는 백오프 상수를 나타낸다.

[0063] 비동기식 네트워크 장치(100)로 패킷을 전송하고자 하는 디바이스(200)의 수는 실시간으로 변할 수 있다.

[0064] 또한, 패킷을 전송하고자 하는 디바이스(200)는 ALOHA 방식으로 랜덤하게 패킷을 전송할 수 있다.

[0066] 이하, 도면을 참고하여 본 발명의 일 실시예에 따른 비동기식 네트워크 장치의 구성을 설명하도록 한다.

[0067] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 비동기식 네트워크 장치의 구성을 설명하기 위한 블록도이다.

[0068] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 패킷 충돌이 발생하지 않을 시의 액티브 디바이스 수를 추정하는 과정을 설명하기 위한 도면이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 패킷 충돌이 발생할 시의 액티브 디바이스 수를 추정하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0069] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 액티브 디바이스 수를 추정하는 알고리즘을 설명하기 위한 도면이고, 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 패킷을 재전송하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0070] 도 3에서 도시한 바와 같이, 비동기식 네트워크 장치(100)는 통신부(110), 연산부(120), 판단부(130), 측정부(140)를 포함할 수 있다.

[0071] 통신부(110)는 복수의 액티브 디바이스(210)로부터 패킷을 전송받을 수 있다.

[0072] 이때, 도 4 내지 도 6에서 도시한 바와 같이, 연산부(120)는 패킷을 수신하기 전의 유휴 기간(Idle)을 측정한다.

[0073] 예를 들어, 도 4 및 도 5에서 도시한 바와 같이, k번째 패킷을 수신하기 전, 연산부(120)는 k-1번째 사용중 기간과 k번째 사용중 기간 사이에 존재하는 유휴 기간을 측정할 수 있다.

[0074] 더욱 자세하게는, 도 6의 1번째 줄에서, 연산부(120)는 평균 패킷 도착률($\hat{\lambda}$), 추정된 액티브 디바이스 수(m)를 초기화하고, 각 ACK 또는 NACK 전송 전에 유휴 기간을 연산할 수 있다.

[0075] 패킷 충돌이 발생하지 않거나, 패킷 충돌이 발생하기 시작하면, 연산부(120)는 도 5의 3번째 줄과 같이 다음의 수학식 1을 통해 유휴 기간(I_k)을 연산할 수 있다.

수학식 1

[0076] $$I_k = t'_k - t_{k-1}$$

[0077] 여기서, I_k는 k 번째 사용중 기간이 발생하기 전의 유휴 기간을 나타내는 것으로, 패킷을 수신하기 전에 존재했던 유휴 기간을 나타낸다. 그리고, t'_k는 도 4 내지 도 6의 k번째 사용중 기간의 시작 시점을 나타내고, t_{k-1}은 도 4 내지 도 6의 k-1번째 사용중 기간 이후 ACK 전송 또는 NACK 전송의 종료 시점을 나타낸다.

[0078] 연산부(120)는 도 5의 4번째 줄과 같이 다음의 수학식 2를 통해 평균 패킷 도착률에 대한 추정치($\hat{\lambda}$)를 연산할 수 있다.

수학식 2

[0079] $$\hat{\lambda} = \theta\hat{\lambda} + (1-\theta)\frac{1}{t_k - t_{k-1}}\mathbb{I}(S)$$

[0080] 여기서, $\hat{\lambda}$는 평균 패킷 도착률에 대한 추정치이고, θ는 가중요소인데, $\theta \in \{0,1\}$이다.

[0081] 본 발명의 일 실시예에서는 $\theta = 0.99$로 설정하였다.

[0082] 또한, 평균 패킷 도착률($\hat{\lambda}$)은 1차 자기회귀 모델을 기반으로 연산될 수 있다.

[0083] 판단부(130)는 복수의 액티브 디바이스(210) 각각에 대응되는 패킷의 충돌 여부를 판단할 수 있다.

[0084] 판단부(130)는 패킷의 전송이 끝나는 시점에 채널을 센싱하여 전송 오류를 감지를 통해 수신 실패한 것으로 판단할 수 있다.

[0085] 일 실시예에서, 하나의 액티브 디바이스(210)가 통신부(110)로 패킷을 전송했을 시, 다른 액티브 디바이스(210)에서 전송한 패킷이 없고, 통신부(110)가 하나의 패킷에 대해서만 수신했을 경우, 판단부(130)는 패킷이 충돌하지 않은 것으로 판단할 수 있다.

[0086] 하나의 액티브 디바이스(210)가 패킷을 전송하고, 통신부(100)가 전송된 패킷에 대해 수신 성공하면, 통신부(100)는 패킷을 전송한 액티브 디바이스(210)에 ACK를 전송할 수 있다.

[0087] 액티브 디바이스(210)는 ACK 수신을 통해 패킷이 수신 성공했다는 채널 결과를 획득할 수 있다.

[0088] 더욱 자세하게는, 도 4에서 도시한 바와 같이, 통신부(100)는 수신 모드에서 액티브 디바이스(210)로부터 패킷을 전송받을 수 있다.

[0089] 패킷 전송이 완료된 후, 액티브 디바이스(210)는 ACK를 수신 대기할 시, ACK 타임아웃 기간 동안 기다릴 수 있다.

[0090] 본 발명의 일 실시예에서는, ACK 타임아웃 기간을 0.0275T(msec)로 설명하였다.

[0091] 통신부(110)는 패킷을 전송받으면 프리앰블(Preamble)을 감지하고 디코딩을 시작할 수 있다.

[0092] 프리앰블은 전송 타이밍을 동기화하기 위해 사용되는 신호를 의미한다.

[0093] 동시에, 연산부(120)는 k번째 패킷을 전송받기 전, 마지막 사용중인 기간 이후, 채널의 유휴 시간을 측정할 수 있다.

[0094] 판단부(130)는 액티브 디바이스(210)로부터 전송된 패킷이 충돌이 발생하지 않은 것으로 판단하면, 수신 모드에서 전송 모드로 전환할 수 있다.

[0095] 이때, 판단부(130)는 채널이 유휴 상태인지 확인하기 위해 LBT(Listen-Before-Talk) 메커니즘을 수행할 수 있고, 이를 통해 패킷 전송이 성공적인지 확인할 수 있다.

[0096] 그리고, 통신부(110)는 ACK를 액티브 디바이스(210)로 전송할 수 있다.

[0097] 이때, 연산부(120)는 패킷을 수신하기 전에 연산된 채널의 유휴 기간을 이용하여 패킷 충돌 여부에 대응하는 액티브 디바이스 수를 추정하고, 통신부(110)는 ACK 끝에서 추정된 액티브 디바이스 수를 포함하는 ACK를 액티브 디바이스(210)로 전송할 수 있다.

[0098] 도 6의 6번째 줄에서, 패킷 수신이 성공일 경우, 연산부(120)는 액티브 디바이스 추정 알고리즘에 의해 다음의 수학식 3을 통해 액티브 디바이스 수(m)를 추정할 수 있다.

수학식 3

[0099] $$m = m \cdot e^{-x^* I_k/(\bar{T}m)} + \hat{\lambda} \cdot \bar{T}$$

[0100] 여기서, $\bar{T}$ 는 패킷 전송 시간을 나타낸다.

[0101] 도 6의 11번째 줄에서, 통신부(110)는 k번째 사용중 기간 이후 ACK 전송의 종료 시점(t_k)에서 추정된 액티브 디바이스 수(m)를 브로드캐스트(Broadcast)할 수 있다.

[0102] 즉, 통신부(110)는 추정한 액티브 디바이스 수를 ACK에 포함하여 액티브 디바이스(210)에 전송할 수 있다.

[0103] ACK를 성공적으로 수신한 액티브 디바이스(210)는 추정된 액티브 디바이스 수를 이용하여 백오프 시간을 생성하고, 백오프 시간을 수행할 수 있다.

[0104] ACK를 성공적으로 수신한 액티브 디바이스(210)는 평균이 $1/\beta = (\bar{T}m) / x^*$인 지수 분포에서 백오프 시간을 생성할 수 있다.

[0105] 이때, 액티브 디바이스 수가 시간에 따라 변화할 수 있고, 이에 따라 연산부(120)로부터 추정된 액티브 디바이스 수도 변화하며, β도 변화할 수 있다.

[0106] 즉, ACK를 성공적으로 수신한 액티브 디바이스(210)는 $\beta = x^* / (\bar{T}m)$ 를 업데이트 할 수 있다.

[0107] 한편, 통신부(110)는 복수의 액티브 디바이스(210) 각각으로부터 패킷을 전송받고, 판단부(130)는 복수의 액티브 디바이스(210) 각각에 대응되는 패킷의 충돌 여부를 판단한다.

[0108] 더욱 자세하게는, 도 5에서 도시한 바와 같이, 판단부(120)는 최초로 도착한 패킷의 전송이 끝나는 시점에 채널을 센싱하여 전송 오류를 감지를 통해 채널이 사용중(Busy) 상태임을 확인하여 충돌이 발생한 것으로 판단할 수 있다.

[0109] 그리고, 판단부(120)는 최초로 도착한 패킷의 전송이 끝나는 시점에 채널을 센싱한 이후에 일정 간격으로 채널을 더 센싱하여 채널이 사용중 상태인지, 수신 완료(Clear)된 상태인지 판단할 수 있다.

[0110] 이때, 판단부(120)는 채널이 유휴 상태인지 확인하기 위해 LBT(Listen-Before-Talk) 메커니즘을 수행할 수 있고, 이를 통해 전송이 성공적인지 실패인지 여부를 판단할 수 있다.

[0111] 이때, 판단부(120)가 패킷이 충돌한 것으로 판단하면, 측정부(140)는 충돌 기간을 측정할 수 있다.

[0112] 측정부(140)가 측정한 충돌 기간은 최초로 도착한 패킷의 시간부터 최후로 도착한 패킷 수신이 완료된 시점 사이의 기간으로 정의될 수 있다.

[0113] 판단부(120)는 충돌의 끝인 최후 패킷의 전송이 끝나는 시점, 즉 패킷 수신이 완료(Clear)되는 시점에서 수신 모드를 전송 모드로 전환할 수 있다.

[0114] 전송 모드로 전환되면, 통신부(110)는 패킷을 전송한 각각의 액티브 디바이스(210)에 NACK를 전송할 수 있다.

[0115] 이때, 연산부(120)는 NACK 전송 전에 채널의 유휴 기간을 연산하여 액티브 디바이스 수를 추정할 수 있다.

[0116] 연산부(120)는 도 6의 8번째 줄과 같이 다음의 수학식 4를 통해 액티브 디바이스 수(m)를 추정할 수 있다.

수학식 4

[0117] $$m = 1 + m \cdot e^{-x^* I_k/(\bar{T}m)} + \hat{\lambda} \cdot \bar{C}$$

[0118] 여기서, $\bar{c}$는 충돌 기간의 시작부터 NACK의 끝(즉, NACK 전송 종료 시점)까지의 기간을 나타낸다.

[0119] 이와 같이, 연산부(120)는 패킷의 충돌 여부에 따라 액티브 디바이스 수를 다르게 추정할 수 있다.

[0120] 도 6의 11번째 줄에서, 통신부(110)는 k번째 사용중 기간 이후 NACK 전송의 종료 시점(t_k)에서 추정된 액티브 디바이스 수(m)를 브로드캐스트(Broadcast)할 수 있다.

[0121] 통신부(110)는 충돌의 시작 시점과 끝나는 시점 및 추정된 액티브 디바이스 수(m)를 포함하는 NACK을 복수의 액티브 디바이스(210)에 전송할 수 있다.

[0122] 즉, 통신부(110)는 NACK 끝에서 추정된 액티브 디바이스 수(m)를 복수의 액티브 디바이스(210)에 전송할 수 있다.

[0123] 액티브 디바이스(210)는 NACK을 수신함으로써 패킷이 수신 실패했다는 채널 결과를 획득할 수 있다.

[0124] 도 7에서 도시한 바와 같이, 통신부(110)는 NACK을 수신받은 복수의 액티브 디바이스(210) 중 최초 액티브 디바이스(211) 및 최후 액티브 디바이스(215)로부터 각각 대응되는 패킷을 재전송받을 수 있다.

[0125] 통신부(110)는 충돌이 발생했을 때의 복수의 패킷 중 최초 액티브 디바이스(211)에 대응되는 패킷을 재전송 받을 수 있고, 최후 액티브 디바이스(215)에 대응되는 패킷을 재전송받을 수 있다.

[0126] 일 실시예에서, 통신부(110)는 액티브 디바이스(210)에서 측정된 충돌 기간 및 측정부(140)에서 측정된 충돌 기간을 이용하여 인식된 최초 액티브 디바이스(211)에 대응되는 패킷을 재전송받을 수 있다.

[0127] 액티브 디바이스(210)에서 측정된 충돌 기간은 미리 측정되거나 실시간으로 측정될 수 있다.

[0128] 최초 액티브 디바이스(211)는 최초 액티브 디바이스(211)에서 측정된 충돌 기간 및 측정부(140)에서 측정된 충돌 기간을 이용하여 패킷을 최초로 전송한 것으로 인식한 액티브 디바이스를 나타낸다.

[0129] 더욱 자세하게는, 통신부(110)로부터 NACK을 수신한 복수의 액티브 디바이스(210)는 f_i를 다음의 수학식 5를 통해 연산할 수 있다.

수학식 5

[0130] $$f_i = C_{m,i} - C_g$$

[0131] 여기서, $C_{m,i}$는 액티브 디바이스(210)의 패킷 전송이 끝나는 시점이고, C_g는 측정부(140)에서 측정한 충돌 기간을 나타낸다.

[0132] 액티브 디바이스(210)는 NACK에 포함된 측정부(140)에서 측정한 충돌의 시작 시점과 끝나는 시점을 수신할 수 있다.

[0133] 이때, 액티브 디바이스(210)는 자신의 패킷 전송이 끝나는 시점을 액티브 디바이스(210)에 의해 측정된 충돌 기간으로 정의한다.

[0134] 충돌 기간은 액티브 디바이스(210)와 측정부(140)에서 각각 측정될 수 있다.

[0135] f_i이 제1 기준 값 이상이고, 제2 기준 값 이하이면, 최초 액티브 디바이스(211)는 전송된 패킷이 충돌이 발생한 복수의 패킷 중 최초로 전송된 패킷임을 인식할 수 있다.

[0136] 이때, 본 발명의 일 실시예에서는 제1 기준 값을 21.6(msec)으로 설정하고, 제2 기준 값을 23.1(msec)으로 설정하였으나, 액티브 디바이스(210)의 피드백 타이머에서 측정부(140)가 측정한 충돌 기간을 빼면 비동기식 네트워크 장치(100)의 전환 지연과 NACK 전송 시간이 나타나는데, 이를 제1 기준 값 및 제2 기준 값으로 설정할 수 있다.

[0137] 다시 말하면, 도 7에서 도시한 바와 같이, 충돌이 발생 중인 패킷을 전송한 복수의 액티브 디바이스(210) 각각이 NACK을 수신하면, 최초 액티브 디바이스(211)는 측정한 충돌 기간이 측정부(140)에서 측정된 충돌 기간과 동

일하다는 것을 통해 보낸 패킷이 충돌이 발생한 패킷 중 최초로 전송된 패킷(도 6의 ①)임을 인식할 수 있다.

[0138] 따라서, 통신부(110)는 최초 액티브 디바이스(211)에 대응되는 패킷을 재전송받고, 최초 액티브 디바이스(211)는 수신 창을 닫을 수 있다.

[0139] 그리고, 최초 액티브 디바이스(211)는 최후 액티브 디바이스(215)로부터 재전송된 패킷(도 6의 ⑤)과 충돌을 피하기 위해 ACK를 수신하거나 ACK 타임아웃 후에 백오프에 한 개의 데이터 프레임 전송시간(T)을 추가할 수 있다.

[0140] 여기서, 한 개의 데이터 프레임 전송시간은 T=101.8(msec)이라 가정할 수 있다.

[0141] 한 개의 데이터 프레임 전송 시간은 다음의 수학식 6을 통해 산출할 수 있다.

수학식 6

[0142] $$\overline{T} \triangleq T + T_a + T_p$$

[0143] 여기서, $\overline{T}$ 는 한 개의 데이터 프레임이고, T_a는 ACK 프레임의 전송 시간이며, T_p는 ACK 프레임의 처리 시간을 나타낸다.

[0144] 즉, 한 개의 데이터 프레임(T)은 ACK 프레임의 전송 시간(T_a), ACK 프레임의 처리 시간(T_p)의 합으로, $101.8+2.8+0.8 \approx 105$(msec)이 될 수 있다.

[0145] 다른 액티브 디바이스(210)가 패킷을 전송하지 않는 한, 통신부(110)는 최초 액티브 디바이스(211)로부터 재전송된 패킷을 성공적으로 수신할 수 있다.

[0146] 통신부(110)가 패킷을 성공적으로 수신한 경우에 최초 액티브 디바이스(211)에 ACK을 전송할 수 있다.

[0147] 다른 실시예에서, 패킷이 충돌 상태인 경우, 통신부(110)는 액티브 디바이스(210)에서 측정된 충돌 기간($C_{m,i}$)을 이용하여 인식된 최후 액티브 디바이스(215)에 대응되는 패킷을 재전송받을 수 있다.

[0148] 이때, 액티브 디바이스(210)에서 측정된 충돌 기간($C_{m,i}$)은 미리 측정될 수도 있고, 실시간으로 측정될 수도 있다.

[0149] 최후 액티브 디바이스(215)는 최후 액티브 디바이스(215)에서 측정된 충돌 기간을 이용하여 패킷을 최후로 전송한 것으로 인식한 액티브 디바이스를 나타낸다.

[0150] 더욱 자세하게는, 최후 액티브 디바이스(215)는 측정된 충돌 기간($C_{m,i}$)이 제3 기준 값 이상이고, 제4 기준 값 이하인 경우에 전송된 패킷이 충돌된 복수의 패킷 중 최후로 전송된 패킷(도 6의 ⑤)임을 인식할 수 있다.

[0151] 충돌한 액티브 디바이스(210)의 피드백 타이머에는 패킷 전송 시간, LBT와 처리 지연 시간, 비동기식 네트워크 장치(100)의 전환 시간 및 NACK 전송 시간이 포함되는데, 제3 기준 값 및 제4 기준 값은 충돌한 액티브 디바이스(210)에 대하여 비교 하한값 및 비교 상한 값으로 설정될 수 있다.

[0152] 또 다른 실시예에서, 통신부(110)는 액티브 디바이스(210)의 피드백 타이머, 액티브 디바이스(210)가 전송한 패킷의 패킷 전송 시간, NACK 길이를 이용하여 인식된 최후 액티브 디바이스(215)에 대응되는 패킷을 재전송받을 수 있다.

[0153] 최후 액티브 디바이스(215)는 최후 액티브 디바이스(215)의 피드백 타이머, 최후 액티브 디바이스(215)가 전송한 패킷의 패킷 전송 시간, NACK 길이를 이용하여 패킷을 최후로 전송한 것으로 인식한 액티브 디바이스를 나타내다.

[0154] 더욱 자세하게는, 최후 액티브 디바이스(215)는 최후 액티브 디바이스(215)의 피드백 타이머가 통신부(110)에 전송한 패킷 전송 시간과 NACK의 길이(즉, NACK 전송 시간)를 더한 값과 동일하다는 것을 통해 전송된 패킷이

충돌된 복수의 패킷 중 최후로 전송된 패킷(도 6의 ⑤)임을 인식할 수 있다.

[0155] 이때, 백오프 타임인 $ti(\mu sec)$ 시간이 경과한 후에 액티브 디바이스(210)는 패킷을 전송함과 동시에 피드백 타이머를 수행할 수 있다.

[0156] 그리고, 액티브 디바이스(210)는 ACK 또는 NACK을 완전히 수신할 때 피드백 타이머를 멈출 수 있다.

[0157] 이와 같은 방법으로, 최후 액티브 디바이스(215)가 보낸 패킷이 최후로 전송한 패킷(도 6의 ⑤)임을 인식하면, 최후 액티브 디바이스(215)는 최초 액티브 디바이스(211)로부터 재전송된 패킷(도 6의 ①)에 대한 ACK을 기다리기 위해 수신 창을 오픈시킬 수 있다.

[0158] 최초 액티브 디바이스(211)가 ACK를 수신하면, 최후 액티브 디바이스(215)는 통신부(110)로 패킷(도 6의 ⑤)을 재전송할 수 있다.

[0159] 즉, 통신부(110)는 최후 액티브 디바이스(215)로부터 패킷(도 6의 ⑤)을 재전송받을 수 있다.

[0160] 최후 액티브 디바이스(215)는 재전송한 패킷에 대한 ACK을 수신하거나 ACK 타임아웃을 수신하면 백오프를 수행할 수 있다.

[0161] 도 7과 같이, 판단부(130)는 최후 액티브 디바이스(215)와 충돌하지 않은 다른 액티브 디바이스(210)가 전송한 패킷(도 6의 ⑥) 사이에 충돌을 감지하면, 통신부(110)는 NACK을 최후 액티브 디바이스(215) 및 충돌한 다른 액티브 디바이스(210)에 전송하고, 최후 액티브 디바이스(215) 및 충돌한 다른 액티브 디바이스(210)는 다른 백오프를 수행할 수 있다.

[0162] 그리고, 2번째 액티브 디바이스(212), 3번째 액티브 디바이스(213), 4번째 액티브 디바이스(214)는 수신 창을 닫고 백오프 시간을 연산할 수 있다.

[0163] 일 실시예에서, 2번째 액티브 디바이스(212), 3번째 액티브 디바이스(213), 4번째 액티브 디바이스(214)는 추정된 액티브 디바이스 수를 이용하여 백오프 시간을 설정하여 백오프 시간을 수행할 수 있다.

[0164] 다른 실시예에서, 2번째 액티브 디바이스(212), 3번째 액티브 디바이스(213), 4번째 액티브 디바이스(214)는 최초 액티브 디바이스(211) 및 최후 액티브 디바이스(215)에 대응되는 패킷의 두배인 하나의 데이터 프레임 전송 시간, 하나의 ACK 전송 시간 및 처리 시간을 2T에 추가하여 백오프를 진행할 수 있다.

[0166] 이하, 도면을 참고하여 본 발명의 일 실시예에 따른 신속 충돌 해소 방법을 설명하도록 한다.

[0167] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 비동기식 네트워크 장치의 제어방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[0168] 통신부(110)는 액티브 디바이스(210)로부터 패킷을 전송받는다(S110).

[0169] 연산부(120)는 패킷을 수신하기 전의 유휴 기간을 측정한다(S120).

[0170] S120 단계는 도 6에서 이미 설명하였는 바, 자세한 설명은 생략한다.

[0171] 판단부(130)는 복수의 액티브 디바이스(210) 각각에 대응되는 패킷의 충돌 여부를 판단한다(S130).

[0172] S130 단계는 도 4 및 도 6에서 이미 설명하였는 바, 자세한 설명은 생략한다.

[0173] 연산부(120)는 패킷 충돌 여부에 대응하여 액티브 디바이스 수를 추정한다(S140).

[0174] S140 단계는 도 6에서 이미 설명하였는 바, 자세한 설명은 생략한다.

[0175] 패킷 충돌이 발생하지 않은 경우, 통신부(110)는 추정한 액티브 디바이스 수를 포함하는 ACK를 액티브 디바이스(210)에 전송한다(S150).

[0176] S150 단계는 도 4에서 이미 설명하였는 바, 자세한 설명은 생략한다.

[0177] 패킷 충돌이 발생한 경우, 통신부(110)는 추정한 액티브 디바이스 수를 포함하는 NACK를 액티브 디바이스(210)에 전송한다(S160).

[0178] S160 단계는 도 5에서 이미 설명하였는 바, 자세한 설명은 생략한다.

[0179] 통신부(110)는 최초 액티브 디바이스(211) 및 최후 액티브 디바이스(215)로부터 각각에 대응되는 패킷을 재전송

받는다(S170).

[0180] S170 단계는 도 7에서 이미 설명하였는 바, 자세한 설명은 생략한다.

[0182] 이하, 도면을 참고하여 본 발명의 일 실시예에 따른 비동기식 네트워크 장치의 성능을 설명하기 위한 도면이다.

[0183] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 액티브 디바이스 추정 알고리즘의 처리량을 설명하기 위한 도면이다.

[0184] 본 발명의 일 실시예에 따른 액티브 디바이스 추정 알고리즘과 비교를 위해, 이진 지수 백오프(BEB, Binary Exponential Backoff) 알고리즘을 사용한 슬롯이 없는 ALOHA를 구현하였다.

[0185] 도 9에서 도시한 바와 같이, x축에는 모든 λ의 합인 $\hat{\lambda}$를 나타내고, 복수의 디바이스에 대해 패킷 도착률 $\hat{\lambda}$을 증가시키고, 처리량(T(msec) 당 패킷 수)를 나타낸다.

[0186] 본 발명의 일 실시예에 따른 액티브 디바이스 추정 알고리즘과 이진 지수 백오프 알고리즘을 비교한 결과, 액티브 디바이스 추정 알고리즘을 구현했을 경우에서의 처리량은 0.235이고, 액티브 디바이스 추정 알고리즘을 시뮬레이션 했을 경우에서의 처리량은 0.245임을 보였다.

[0187] 슬롯이 없는 ALOHA의 이진 지수 백오프 알고리즘과 비교하여 약 25% 향상되었고, 시뮬레이션 결과는 디바이스의 수 N이 증가함에 따라 0.235로 수렴하는 것으로 나타내었다.

[0188] 도 10은 포화 상태에서 디바이스 수가 증가함에 따른 처리량을 설명하기 위한 도면이다.

[0189] 도 10에서 도시한 바와 같이, 항상 패킷을 전송할 준비가 된 N개의 디바이스가 5개이하인 경우, 비동기식 네트워크 장치는 0.235보다 높은 처리량을 보여준다.

[0190] 항상 패킷을 전송할 준비가 된 N개의 디바이스가 증가함에 따라 처리량은 0.235로 수렴한다.

[0191] 도 11은 평균 액세스 지연을 설명하기 위한 도면이다.

[0192] 도 11에서 도시한 바와 같이, 항상 패킷을 전송할 준비가 된 디바이스가 12개인 경우, 액세스 지연은 $\hat{\lambda}$가 0.23보다 큰 경우에도 단조롭게 증가함을 보인다.

[0193] 도 12는 수신 윈도우 크기가 처리량과 액세스 지연에 미치는 영향을 설명하기 위한 도면이다.

[0194] 도 12에서 도시한 바와 같이, 항상 패킷을 전송할 준비가 된 디바이스가 12개인 경우로 가정한다.

[0195] 수신 윈도우는 ACK 타임아웃 후 충돌 기간 동안 NACK을 수신하기 위해 사용된다.

[0196] 디바이스가 수신 윈도우 동안 NACK을 수신하지 못하는 경우, 이전에 알려진 추정된 액티브 디바이스 수(m)를 이용하여 백오프를 수행한다.

[0197] 처리량과 액세스 지연은 수신 윈도우의 길이에 민감하지 않음을 확인할 수 있다.

[0198] 특히, 도 12의 (a)의 액세스 지연은 이진 지수 백오프 알고리즘의 액세스 지연에 의해 억제되는 것으로 보인다.

[0199] $\hat{\lambda}$ < 0.23인 경우, 액세스 지연은 10T=1.05(sec)을 초과하지 않으나, $\hat{\lambda}$이 0.23보다 크게 증가함에 따라 액세스 지연이 증가한다.

[0201] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따르면, 네트워크에서의 디바이스들의 패킷 전송 충돌을 최소화할 수 있고, 네트워크에 있는 액티브 디바이스 수를 추정하여 네트워크 혼잡도를 최소화할 수 있다.

[0203] 본원 발명의 실시예들과 관련된 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상기 기재의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로, 개시된 방법들은 한정적인 관점이 아닌 설명적 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 발명의 상세한 설명이 아닌 특허청구 범위에 나타나며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0205] 100: 비동기식 네트워크 장치

110: 통신부

120: 연산부

130: 판단부

140: 측정부

200: 디바이스

210: 액티브 디바이스

211: 최초 액티브 디바이스

212: 2번째 액티브 디바이스

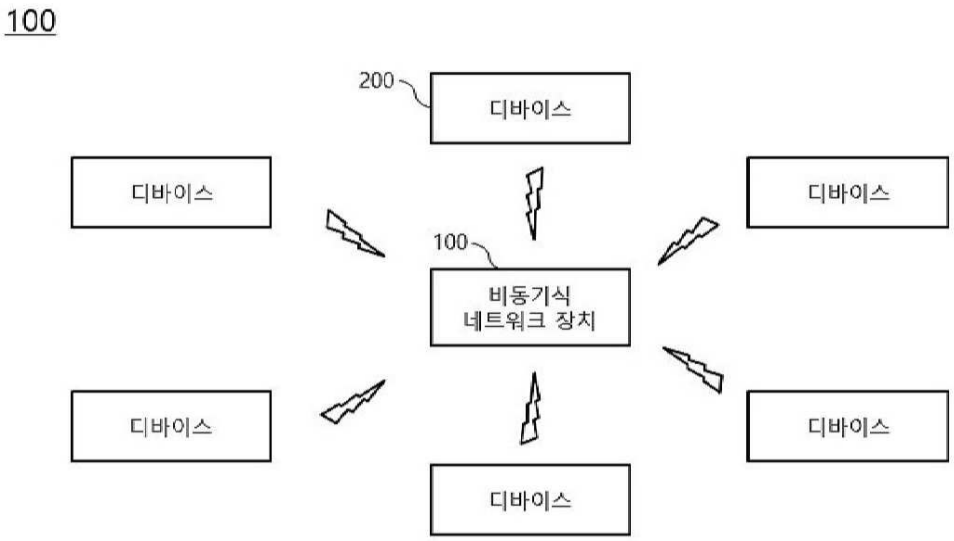
213: 3번째 액티브 디바이스

214: 4번째 액티브 디바이스

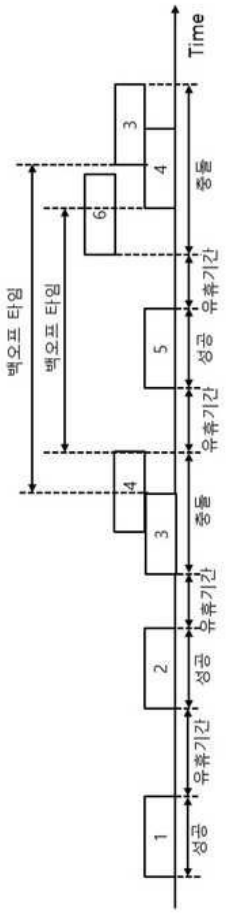
215: 최후 액티브 디바이스

도면

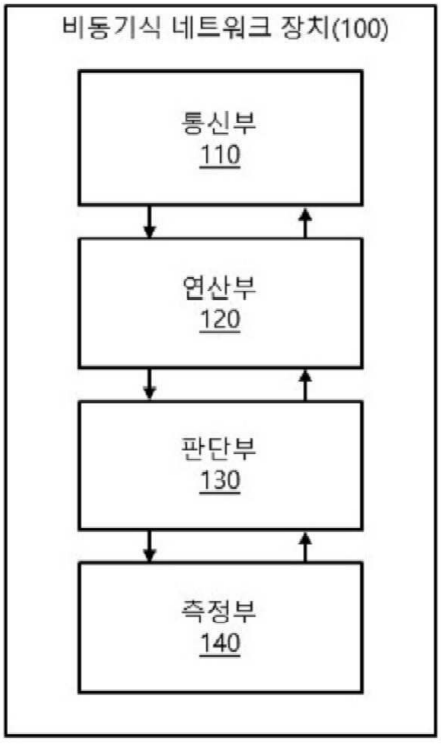
도면1



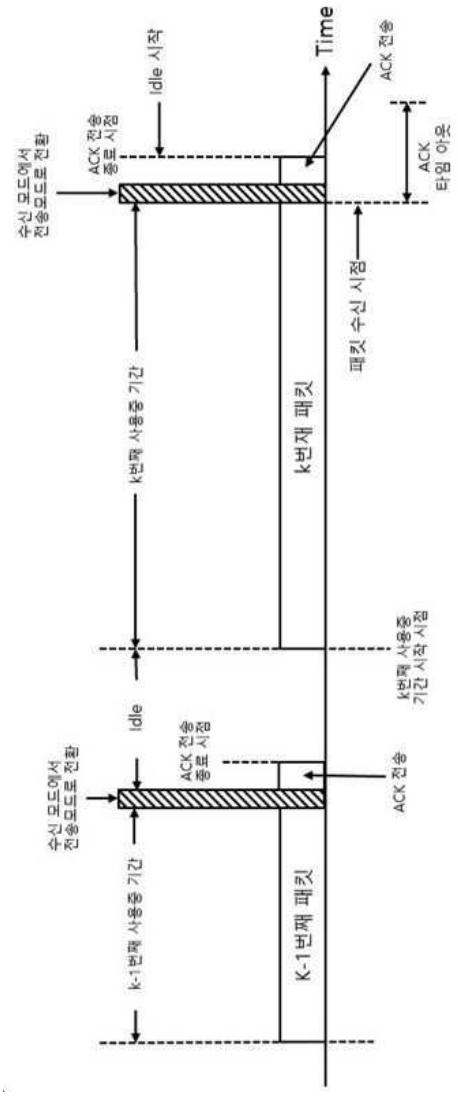
도면2


Time
충돌
유휴기간
성공
유휴기간
충돌
유휴기간
성공
유휴기간
성공
백오프 타임
백오프 타임
1
2
3
4
5
6
3
4

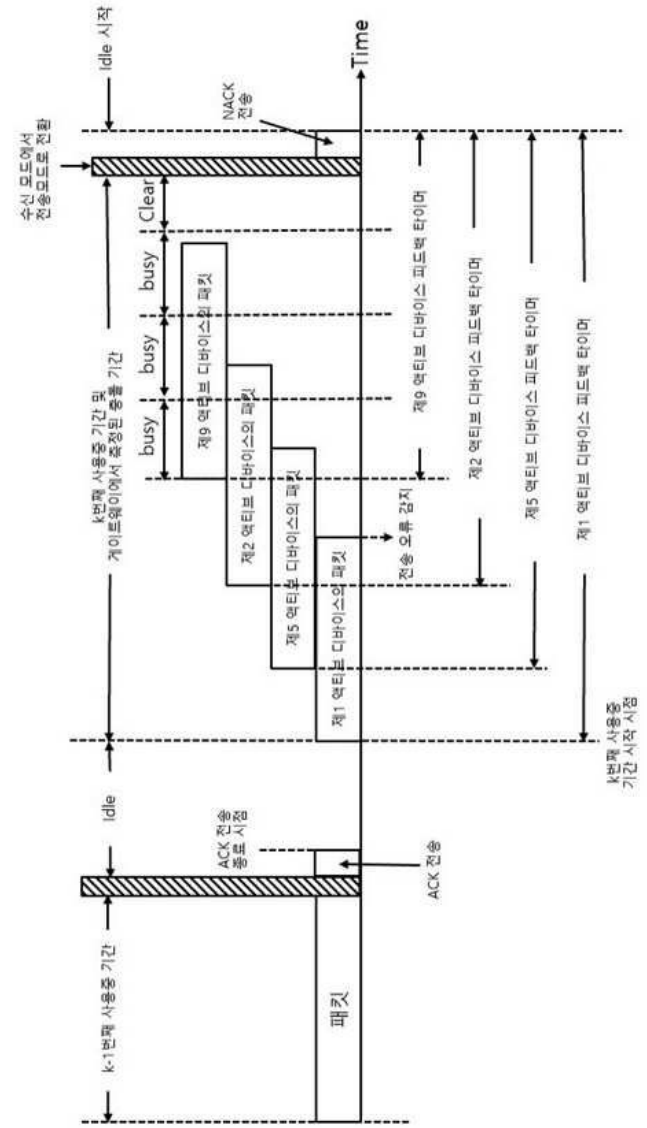
도면3


비동기식 네트워크 장치(100)
통신부
110
연산부
120
판단부
130
측정부
140

도면4


Time
ACK 전송
Idle 시작
ACK 전송 종료 시점
수신 모드에서 전송모드로 전환
ACK 타임 아웃
패킷 수신 시점
k번째 사용중 기간
k번째 패킷
k번째 사용중 기간 시작 시점
Idle
ACK 전송 종료 시점
수신 모드에서 전송모드로 전환
ACK 전송
k-1번째 사용중 기간
K-1번째 패킷

도면5

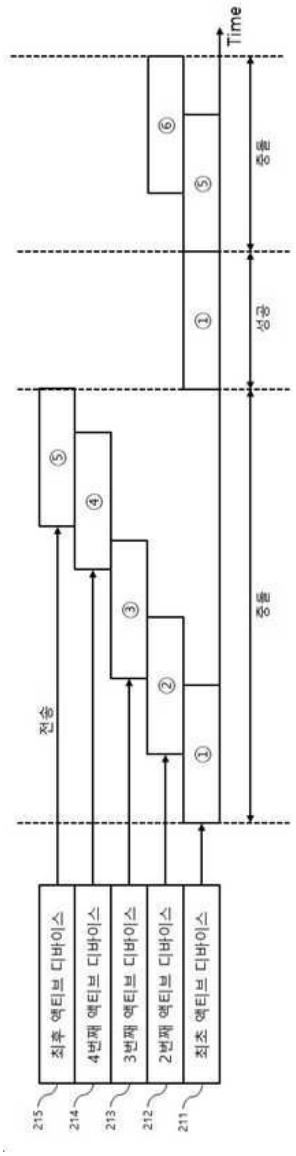

Time
Idle 시작
NACK 전송
수신 모드에서 전송모드로 전환
Clear
busy
busy
busy
k번째 사용중 기간 및 게이트웨이에서 설정된 충돌 기간
제9 액티브 디바이스의 패킷
제2 액티브 디바이스의 패킷
제5 액티브 디바이스의 패킷
제1 액티브 디바이스의 패킷
전송 오류 감지
제9 액티브 디바이스 피드백 타이머
제2 액티브 디바이스 피드백 타이머
제5 액티브 디바이스 피드백 타이머
제1 액티브 디바이스 피드백 타이머
k번째 사용중 기간 시작 시점
Idle
ACK 전송 종료 시점
ACK 전송
k-1번째 사용중 기간
패킷

도면6

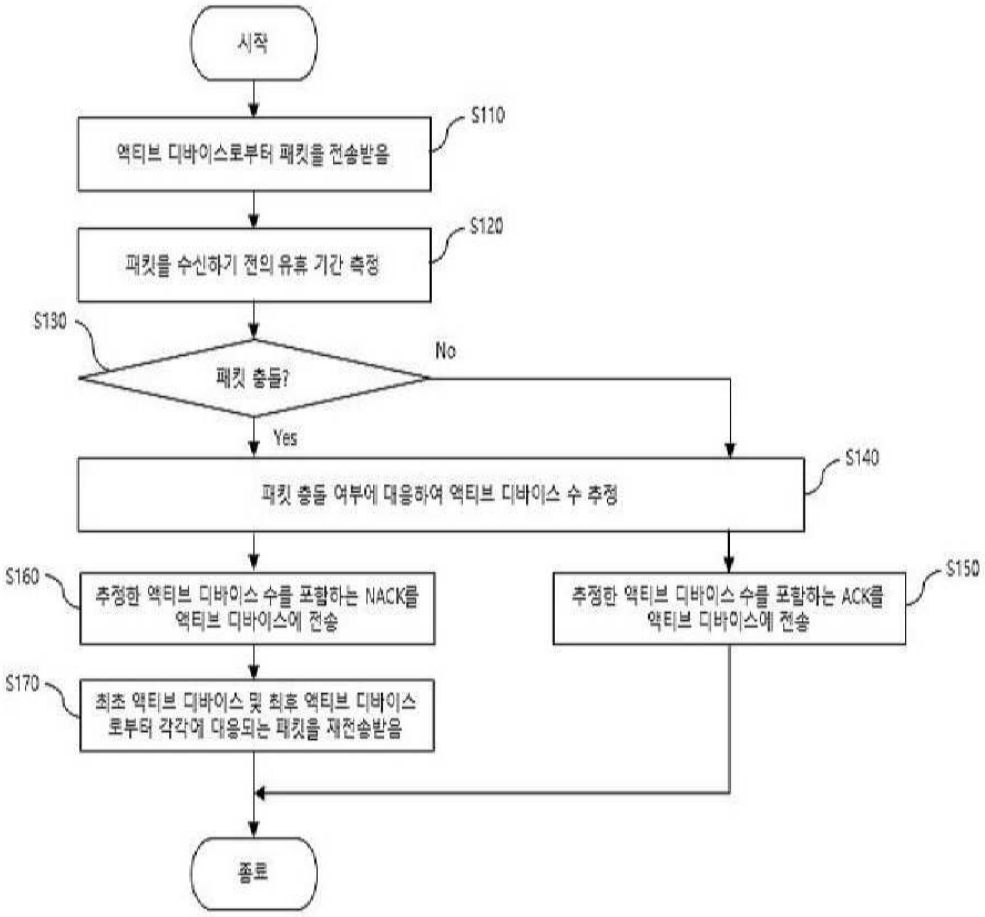
Algorithm 1 The backlog estimation algorithm

Initialize $\hat{\lambda}$, and m. Do the following at the end of each ACK or NACK
if either success or collision begins **then**
  $I_k = t'_k - t_{k-1}$
  $\hat{\lambda} = \theta\hat{\lambda} + (1-\theta)\frac{1}{t_k - t_{k-1}}\mathbb{I}(S)$.
  if success **then**
    $m = m \cdot e^{-x^* I_k/(\overline{T}m)} + \hat{\lambda} \cdot \overline{T}$.
  else
    $m = 1 + m \cdot e^{-x^* I_k/(\overline{T}m)} + \hat{\lambda} \cdot \overline{C}$.
  end if
end if
Broadcast m at t_k.

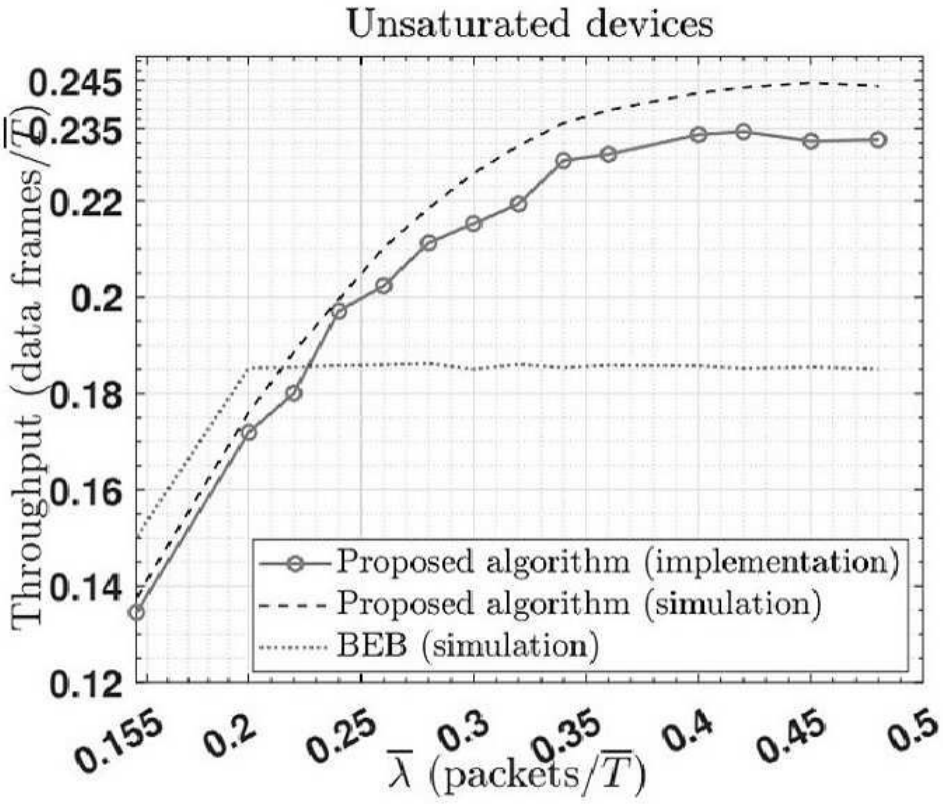
도면7


Time
⑥
⑤
①
종료
성공
⑤
④
③
②
①
전송
종료
최후 액티브 디바이스
4번째 액티브 디바이스
3번째 액티브 디바이스
2번째 액티브 디바이스
최초 액티브 디바이스
215
214
213
212
211

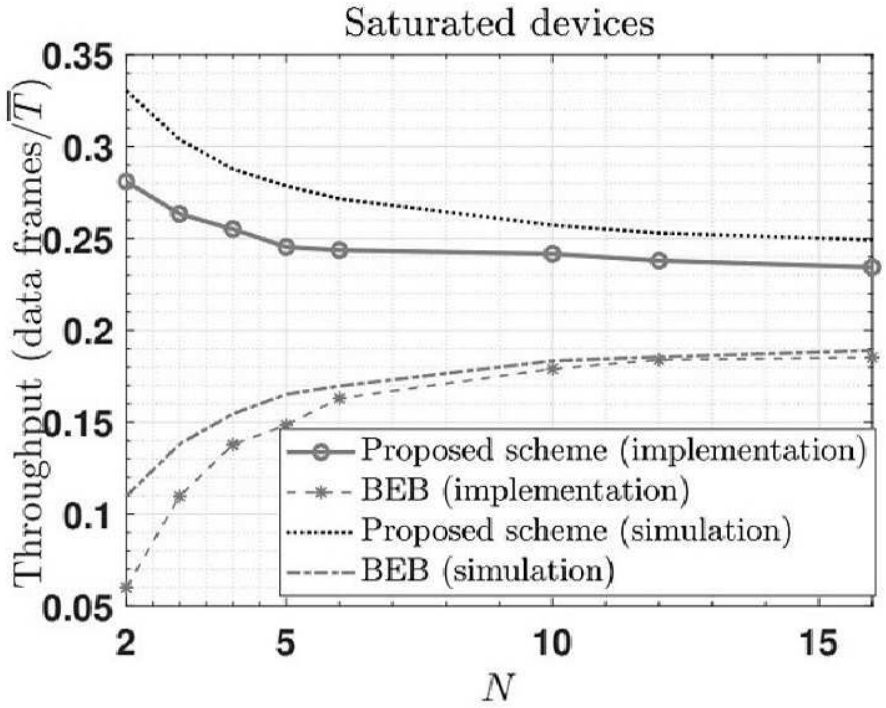
도면8


시작
S110
액티브 디바이스로부터 패킷을 전송받음
S120
패킷을 수신하기 전의 유휴 기간 측정
S130
패킷 충돌?
No
Yes
S140
패킷 충돌 여부에 대응하여 액티브 디바이스 수 추정
S160
추정한 액티브 디바이스 수를 포함하는 NACK를 액티브 디바이스에 전송
S150
추정한 액티브 디바이스 수를 포함하는 ACK를 액티브 디바이스에 전송
S170
최초 액티브 디바이스 및 최후 액티브 디바이스로부터 각각에 대응되는 패킷을 재전송받음
종료

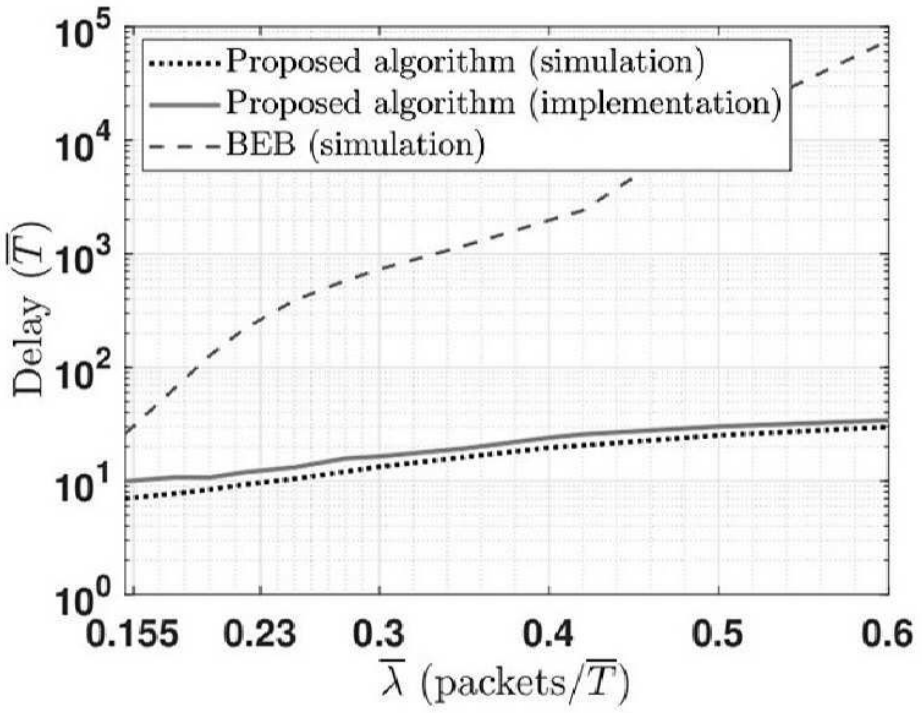
도면9


Unsaturated devices
Throughput (data frames/$\overline{T}$)
0.245
0.235
0.22
0.2
0.18
0.16
0.14
0.12
0.155
0.2
0.25
0.3
0.35
0.4
0.45
0.5
$\overline{\lambda}$ (packets/$\overline{T}$)
Proposed algorithm (implementation)
Proposed algorithm (simulation)
BEB (simulation)

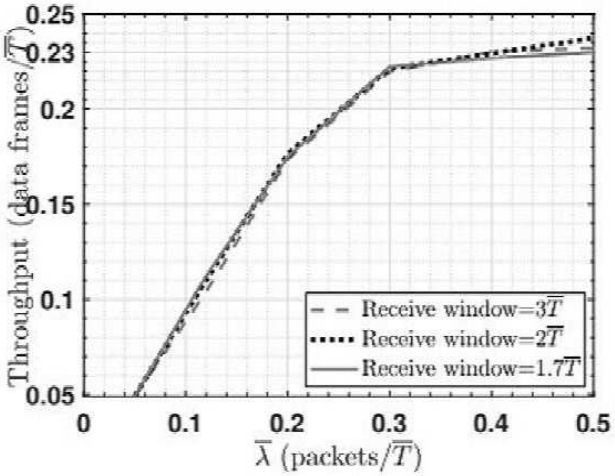
도면10


Saturated devices
Throughput (data frames/$\overline{T}$)
0.35
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
2
5
10
15
N
Proposed scheme (implementation)
BEB (implementation)
Proposed scheme (simulation)
BEB (simulation)

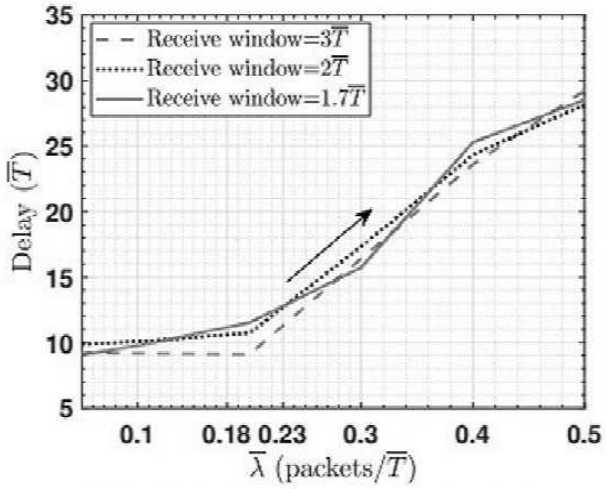
도면11


Proposed algorithm (simulation)
Proposed algorithm (implementation)
BEB (simulation)
Delay ($\overline{T}$)
10^5
10^4
10^3
10^2
10^1
10^0
0.155
0.23
0.3
0.4
0.5
0.6
$\overline{\lambda}$ (packets/$\overline{T}$)

도면12



(a) Throughput with different sizes of the receive window



(b) Access delay with different sizes of the receive window