



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0006768
(43) 공개일자 2013년01월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04L 1/18 (2006.01) H04B 7/26 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0061101

(22) 출원일자 2011년06월23일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

소재우

서울특별시 마포구 신정동 30 서강GS아파트 101동 2302호

이종민

서울특별시 마포구 월드컵로31길 77, 우림아파트 909호 (망원동)

홍대형

서울특별시 강남구 남부순환로395길 11, 청실아파트 11동 1002호 (대치동)

(74) 대리인

윤동열

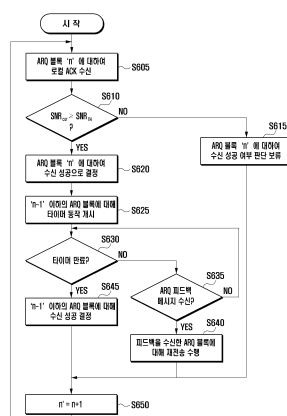
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 이동통신 시스템에서 HARQ 피드백 정보를 이용한 ARQ 프로토콜 성능 개선 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 이동통신 시스템에서 HARQ(Hybrid Automatic Repeat reQuest) 피드백 정보를 이용한 송신기의 데이터 전송 방법 및 장치에 관한 것으로, 본 발명의 방법은 수신기로 전송한 임의의 데이터 블록 n에 대한 로컬 ACK를 수신하는 로컬 ACK 수신 단계 및 상기 로컬 ACK에 대응하는 HARQ 피드백 메시지 수신 시점의 채널 상태에 따라 상기 데이터 블록 n의 재전송 여부를 결정하는 결정 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도6



특허청구의 범위

청구항 1

이동통신 시스템에서 HARQ(Hybrid Automatic Repeat reQuest) 피드백 정보를 이용한 송신기의 데이터 전송 방법에 있어서,

수신기로 전송한 임의의 데이터 블록 n에 대한 로컬 ACK를 수신하는 로컬 ACK 수신 단계; 및

상기 로컬 ACK에 대응하는 HARQ 피드백 메시지 수신 시점의 채널 상태에 따라 상기 데이터 블록 n의 재전송 여부를 결정하는 결정 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 전송 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 결정 단계는,

상기 HARQ 피드백 메시지 수신 시점에서의 신호대 잡음비가 미리 설정된 기준값 이상인 경우, 상기 데이터 블록 n에 대한 수신 성공을 확정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 전송 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 결정 단계는,

n-1 이하의 시퀀스 넘버를 가지는 데이터 블록에 대한 타이머를 동작시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 전송 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 타이머 만료 전 특정 데이터 블록에 대한 ARQ(Automatic Repeat reQuest) 피드백 메시지를 상기 수신기로부터 수신한 경우, 상기 데이터 블록에 대해 재전송을 수행하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 전송 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 타이머 만료시까지 특정 데이터 블록에 대한 ARQ 피드백 메시지를 상기 수신기로부터 수신하지 않은 경우, 상기 데이터 블록에 대한 수신 성공을 확정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 전송 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 결정 단계는,

상기 HARQ 피드백 메시지 수신 시점에서의 신호대 잡음비가 미리 설정된 기준값 이하인 경우, 상기 데이터 블록 n의 수신 성공 여부에 대한 판단을 보류하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 전송 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 로컬 ACK는 상기 임의의 데이터 블록 n의 전송 성공 여부에 대한 정보를 포함하는 HARQ 피드백 메시지에 대응하여 생성되는 내부 피드백 메시지이며,

상기 데이터 블록은 ARQ 블록인 것을 특징으로 하는 데이터 전송 방법.

청구항 8

이동통신 시스템에서 HARQ(Hybrid Automatic Repeat reQuest) 피드백 정보를 이용하여 데이터를 전송하는 송신기에 있어서,

수신기로 데이터 블록을 전송하고, 상기 전송된 데이터 블록의 수신 성공 여부에 대한 정보를 포함하는 HARQ 피드백 메시지를 수신하는 RF 통신부; 및

상기 수신기로 전송한 임의의 데이터 블록 n 에 대한 로컬 ACK 수신 시, 상기 로컬 ACK에 대응하는 HARQ 피드백 메시지 수신 시점의 채널 상태에 따라 상기 데이터 블록 n 의 재전송 여부를 결정하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 송신기.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 HARQ 피드백 메시지 수신 시점에서의 신호대 잡음비가 미리 설정된 기준값 이상인 경우, 상기 데이터 블록 n 에 대한 수신 성공을 확정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 송신기.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 확정 후, $n-1$ 이하의 시퀀스 넘버를 가지는 데이터 블록에 대한 타이머를 동작시키는 것을 특징으로 하는 송신기.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 타이머 만료 전 특정 데이터 블록에 대한 ARQ(Automatic Repeat reQuest) 피드백 메시지를 상기 수신기로부터 수신한 경우, 상기 데이터 블록에 대해 재전송을 수행하는 것을 특징으로 하는 송신기.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 타이머 만료시까지 특정 데이터 블록에 대한 ARQ 피드백 메시지를 상기 수신기로부터 수신하지 않은 경우, 상기 데이터 블록에 대한 수신 성공을 확정하는 것을 특징으로 하는 송신기.

청구항 13

제8항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 HARQ 피드백 메시지 수신 시점에서의 신호대 잡음비가 미리 설정된 기준값 이하인 경우, 상기 데이터 블록 n 의 수신 성공 여부에 대한 판단을 보류하는 것을 특징으로 하는 송신기.

청구항 14

제8항에 있어서,

상기 로컬 ACK는 상기 임의의 데이터 블록 n 의 전송 성공 여부에 대한 정보를 포함하는 HARQ 피드백 메시지에 대응하여 생성되는 내부 피드백 메시지이며,

상기 데이터 블록은 ARQ 블록인 것을 특징으로 하는 송신기.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 이동통신 시스템에서 ARQ 프로토콜의 성능을 개선하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 IEEE 802.16m 시스템에서 HARQ(Hybrid Automatic Repeat reQuest) 피드백 메시지를 이용한 ARQ 프로토콜의 HARQ 피드백 메시지 오류 발생을 방지하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 이동 통신 시스템은 사용자의 활동성을 보장하면서 음성 서비스를 제공하기 위해 개발되었다. 그러나 이동통신 시스템은 점차로 음성 뿐 아니라 데이터 서비스까지 영역을 확장하고 있으며, 현재에는 고속의 데이터 서비스를 제공할 수 있는 정도까지 발전하였다. 그러나 현재 서비스가 제공되고 있는 이동 통신 시스템에서는 자원의 부족 현상 및 사용자들이 보다 고속의 서비스를 요구하므로, 보다 발전된 이동 통신 시스템이 요구되고 있다.

[0003] 한편, HARQ 피드백 메시지를 이용한 ARQ 프로토콜 (HARQ and ARQ interactions)은 HARQ의 피드백 메시지를 ARQ 피드백 메시지로 대체하여 사용하는 기술이다. 송신측에서 HARQ ACK 메시지를 수신하거나, 또는 최대 전송 횟수만큼 전송 후 HARQ NAK 메시지를 수신하면 이에 대응하는 내부(internal) 피드백 메시지를 사용하여 ARQ 피드백 메시지를 대체하는 기술이다. HARQ 계층은 ARQ 계층보다 하위 계층이므로 HARQ 피드백 메시지는 ARQ 피드백 메시지보다 더욱 신속하게 처리될 수 있다. 여기서 사용하는 내부 피드백 메시지에는 로컬 ACK(HARQ ACK 수신 시)와 로컬 NAK(HARQ 최대 전송 횟수 전송 후 HARQ NAK수신 시) 메시지를 사용한다.

[0004] 그런데 HARQ and ARQ interactions 을 사용할 때, HARQ 피드백 메시지 오류가 발생하면 전송 성공한 ARQ 블록이 재전송되거나, 전송 실패한 ARQ 블록을 재전송 하지 않아 ARQ 블록이 유실되는 문제가 발생 할 수 있으므로, 이러한 문제를 해결하기 위한 논의가 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 이동통신 시스템에서 HARQ(Hybrid Automatic Repeat reQuest) 피드백 메시지를 이용한 ARQ 프로토콜의 HARQ 피드백 메시지 오류 발생을 방지하는 방법 및 장치를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 이동통신 시스템에서 HARQ(Hybrid Automatic Repeat reQuest) 피드백 정보를 이용한 송신기의 데이터 전송 방법은 수신기로 전송한 임의의 데이터 블록 n에 대한 로컬 ACK를 수신하는 로컬 ACK 수신 단계 및 상기 로컬 ACK에 대응하는 HARQ 피드백 메시지 수신 시점의 채널 상태에 따라 상기 데이터 블록 n의 재전송 여부를 결정하는 결정 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0007] 또한, 본 발명의 이동통신 시스템에서 HARQ(Hybrid Automatic Repeat reQuest) 피드백 정보를 이용하여 데이터를 전송하는 송신기는 수신기로 데이터 블록을 전송하고, 상기 전송된 데이터 블록의 수신 성공 여부에 대한 정보를 포함하는 HARQ 피드백 메시지를 수신하는 RF 통신부 및 상기 수신기로 전송한 임의의 데이터 블록 n에 대한 로컬 ACK 수신 시, 상기 로컬 ACK에 대응하는 HARQ 피드백 메시지 수신 시점의 채널 상태에 따라 상기 데이터 블록 n의 재전송 여부를 결정하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0008] 본 발명에 따르면 종래 기술보다 타이머의 동작 시간을 줄일 수 있기 때문에 ARQ 슬라이딩 윈도우(ARQ sliding window)가 신속하게 전진 할 수 있다. 또한, 본 발명에 따르면 로컬 ACK 수신할 때 마다 타이머의 동작 시점을 수신 측의 ERROR_DETECTION_TIMEOUT 타이머 동작을 고려하여 설정하기 때문에 HARQ 피드백 메시지 오류에 따른 ARQ 블록 유실 문제를 해결 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 본 발명의 실시예에 적용되는 이동통신 시스템의 ARQ 프로토콜을 간략하게 도시하는 도면.

도 2는 로컬 ACK 오류 즉, 송신기가 HARQ ACK를 로컬 NAK으로 잘못 인식하는 과정 및 그에 대한 문제점을 도시하는 도면.

도 3은 로컬 NAK 오류 즉, 송신기가 로컬 NAK을 로컬 ACK로 잘못 인식하는 과정 및 그의 문제점을 도시하는 도면.

도 4는 타이머를 사용하는 HARQ and ARQ interactions 수행 과정을 도시하는 도면.

도 5는 수신기의 ARQ 계층에서의 타이머 구동 시점을 도시하는 도면.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 송신기의 동작 순서를 도시하는 순서도.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 수신기의 내부 구조를 도시하는 블록도.

도 8은 HARQ 피드백 오류가 발생할 때, HARQ and ARQ interactions 기법에 영향을 주는 영향을 도출한 그래프.

도 9는 HARQ 피드백 오류를 고려한 경우 각각의 HARQ and ARQ interaction 기법들의 성능 도출 결과를 도시하는 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예들을 상세히 설명한다. 이 때, 첨부된 도면에서 동일한 구성 요소는 가능한 동일한 부호로 나타내고 있음에 유의해야 한다. 또한 본 발명의 요지를 흐리게 할 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략할 것이다.
- [0011] 이동통신 무선 채널 환경에서 신뢰성 있는 데이터 전송을 위한 대표적인 오류 제어 기법으로 ARQ(Automatic Repeat reQuest) 기법과 FEC(Forward Error Correction) 기법이 있다. ARQ는 송신측이 데이터를 전송 후 수신 측으로부터 수신 성공 여부를 피드백 받은 후 수신 실패한 데이터에 대해 재전송을 수행하는 기법이다. 그리고 FEC는 채널 코딩을 사용하여 오류 정정을 하는 기법이다. HARQ (Hybrid ARQ)는 물리 계층에서 동작하는 ARQ 기법으로 오류가 발생 한 데이터를 기존 ARQ 보다 빠르게 재전송 할 수 있지만 복잡도가 높다.
- [0012] 일반적인 이동통신 시스템에서 HARQ는 물리 계층에서, ARQ는 데이터링크 계층에서 서로 독립적으로 동작한다. 차세대 이동통신 시스템인 IEEE 802.16m 시스템에서는 데이터링크 계층에서의 오류 제어를 위해 ARQ 프로토콜을 사용하고, PHY 계층의 오류제어를 위해 HARQ 프로토콜을 사용한다.
- [0013] HARQ와 ARQ를 동시에 사용하는 경우 ARQ 프로토콜은 HARQ단에서 처리하지 못하는 오류 (HARQ residual error)를 처리하는 역할을 한다. 이 경우 HARQ와 ARQ의 피드백 메시지가 중복된다. HARQ 계층에서 수신 성공한 데이터는 ARQ 계층에서도 수신 성공하게 되고, HARQ 계층에서 수신 실패한 데이터는 ARQ 계층에서도 수신 실패하기 때문이다. 이러한 특성을 이용하여 HARQ 피드백 메시지를 ARQ 피드백 메시지로 대신하여 사용하는 기법이 제안 되었다. IEEE 802.16m 시스템에서는 이를 HARQ and ARQ interactions이라고 한다.
- [0014] HARQ and ARQ interactions 기법을 사용함으로써 ARQ 피드백 메시지 수를 줄일 수 있고, 오류가 발생한 ARQ 블록을 빠르게 재전송 할 수 있어 ARQ 블록 전송에 걸리는 지연(delay)이 감소한다. 지연 감소를 통해 데이터 처리량(throughput) 향상을 얻을 수 있다. 반면에 HARQ 피드백 메시지를 이용해 ARQ 피드백 메시지 기능을 대신하여 사용함으로써 HARQ 피드백 메시지에 오류가 발생하면 문제가 발생 할 수 있다. 보다 구체적으로, HARQ 피드백 메시지에 오류가 발생하면 수신 성공한 ARQ 블록의 중복 전송이나 수신 실패한 ARQ 블록이 유실될 수 있어 성능 저하를 가져올 수 있다. 따라서 ARQ 프로토콜의 성능 저하를 방지하기 위해 HARQ and ARQ interactions 기법에 HARQ 피드백 메시지 오류를 고려하여야 한다.
- [0015] IEEE 802.16m 시스템에서 HARQ 피드백 메시지 오류를 고려한 HARQ and ARQ interactions 기법으로 여러 방안이 제시되었다. 기존 연구에서는 타이머를 사용하여 수신 실패한 ARQ 블록이 일정 시간동안 전송되지 않으면 HARQ 피드백 메시지 오류로 판단한다. 또 다른 연구에서는 HARQ단에서 오류가 발생한 HARQ 패킷이 재전송되지 않고 새로운 패킷이 전송되면 HARQ 피드백 메시지 오류로 판단한다. HARQ ACK 피드백을 받은 ARQ 블록의 전송 성공 판단은 HARQ 피드백 메시지 오류 발생을 고려해 일정시간 경과 후 성공으로 판단한다. 그러나 기존 연구에서는 구체적인 적용 방안이나 성능 분석결과에 대한 논의가 부족하므로 이에 대한 연구가 필요하다.
- [0016] 도 1은 본 발명의 실시예에 적용되는 이동통신 시스템의 ARQ 프로토콜을 간략하게 도시하는 도면이다.
- [0017] 도 1에서 도시되는 바와 같이, 본 발명의 ARQ 프로토콜은 물리(PHY) 계층에서는 HARQ 프로토콜을 사용하고, ARQ 프로토콜은 HARQ 피드백 메시지를 이용한 HARQ and ARQ interactions 기법을 사용한다.
- [0018] 도 1을 설명함에 앞서, HARQ and ARQ interactions 기법에서 사용하는 내부 피드백 메시지에 대해 설명하도록 한다. HARQ and ARQ interactions 기법에서 사용하는 내부(internal) 피드백 메시지는 로컬 ACK 메시지와 로컬 NAK 메시지 두 가지가 있다. 로컬 ACK 메시지는 송신측의 HARQ 계층이 HARQ ACK 피드백 메시지를 수신하면 ARQ 계층으로 전송하는 내부 피드백 메시지이다. 그리고 로컬 NAK 메시지는 HARQ 최대 전송 횟수까지 전송 실패 후 HARQ NAK 피드백 메시지를 수신하면 ARQ 계층으로 전송하는 내부 피드백 메시지이다.
- [0019] 도 1을 참조하면, 송신기는 S105 단계에서 임의의 ARQ 블록 'n'을 수신기로 전송한다. 여기서 'n'은 임의의 정

수일 수 있다. 만약, 수신기가 ARQ 블록 'n'을 성공적으로 수신한 경우, 상기 수신기는 S110 단계에서 수신한 ARQ 블록을 MAC 계층으로 전달함과 동시에, S115 단계에서 HARQ ACK를 송신기로 전송한다. 그러면, 송신기는 HARQ ACK를 수신하고, S120 단계에서 MAC 계층으로 로컬 ACK를 전달한다.

[0020] 앞선 과정에서 송신기는 ARQ 블록 'n'을 성공적으로 전송하였으므로, S125 단계에서 ARQ 블록 'n+1'을 수신기로 전송한다. 만약, S130 단계와 같이, ARQ 블록 'n+1'의 전송이 실패하게 되면, 수신기는 S135 단계에서 HARQ NAK을 송신기로 전송한다. 그러면 송신기는 S140 단계에서 ARQ 블록 'n+1'에 대한 재전송을 수행한다. 만약, S140 단계와 같이 ARQ 블록 'n+1'의 전송이 또 다시 실패하게 되면, 수신기는 S145 단계에서 HARQ NAK을 송신기로 전송한다. 이러한 과정은 미리 설정된 시간동안 반복하여 수행되며, 상기 설정된 시간 이내에 송신기가 HARQ ACK를 수신하지 못하면, 최종적으로 MAC 계층으로 로컬 NAK을 전달한다.

[0021] 그런데, HARQ and ARQ interactions을 사용하는 경우, HARQ 피드백 메시지에 대해 오류가 발생하면 전송 성공한 ARQ 블록이 재전송되거나 전송 실패한 ARQ 블록을 재전송 하지 않아 ARQ 블록이 유실되는 문제가 발생 할 수 있다. 상기한 HARQ 피드백 메시지에 대해 오류가 발생할 수 있는 시나리오를 도 2 및 도 3을 통해 설명하도록 한다.

[0022] 우선, 도 2는 로컬 ACK 오류 즉, 송신기가 HARQ ACK를 로컬 NAK으로 잘못 인식하는 과정 및 그에 대한 문제점을 도시하는 도면이다.

[0023] 송신기는 S205 단계에서, ARQ 블록 'n'을 수신기로 전송한다. 그리고 수신기는 상기 ARQ 블록 'n'을 성공적으로 수신하여, S210 단계에서 HARQ ACK를 송신기로 전송한다.

[0024] 그런데, HARQ ACK 전송 과정에서 오류가 발생하여 송신기가 이를 잘못 수신한 경우, 송신기의 MAC 계층에는 S215 단계와 같이 로컬 NAK이 전달될 수 있다. 그러면 송신기는 S220 단계에서 ARQ 블록 'n'에 대해 재전송을 수행하게 되며, 이로 인해 수신기는 ARQ 블록 'n'을 중복하여 수신하게 된다.

[0025] 한편, 도 3은 로컬 NAK 오류 즉, 송신기가 로컬 NAK을 로컬 ACK로 잘못 인식하는 과정 및 그의 문제점을 도시하는 도면이다.

[0026] 송신기는 S305 단계에서, ARQ 블록 'n'을 수신기로 전송한다. 그리고 수신기가 상기 ARQ 블록 'n'의 수신에 실패하여 S310 단계에서 HARQ NAK을 송신기로 전송한다. 그런데, 상기 HARQ NAK 전송에 오류가 발생하여, S315 단계와 같이 송신기의 MAC 계층에 로컬 ACK가 전달될 수 있다.

[0027] 그러면 송신기는 ARQ 블록 'n'의 전송은 성공한 것으로 판단하고, S320 단계에서 ARQ 블록 'n+1'을 전송한다. 수신기는 ARQ 블록 'n' 수신을 실패한 상태에서 ARQ 블록 'n+1'을 수신하게 되므로 ARQ 블록 'n'이 유실되는 문제점이 발생한다.

[0028] 상기 도 2 및 도 3에서 발생할 수 있는 HARQ 피드백 오류를 해결하기 위한 종래의 기술로 ARQ 계층에서 타이머를 사용하는 기술이 있다. 타이머를 사용하는 HARQ and ARQ interactions에 대해서는 도 4를 통해 설명하도록 한다.

[0029] 도 4는 타이머를 사용하는 HARQ and ARQ interactions 수행 과정을 도시하는 도면이다.

[0030] IEEE 802.16m 시스템에서는 ARQ 블록의 오류 판단에 사용하는 타이머를 에러 감지 타이머(ERROR_DETECTION_TIMEOUT)라고 칭하기도 한다.

[0031] 우선, 송신기는 S405 단계에서 임의의 ARQ 블록을 수신기로 전송한다. 그리고 수신기가 상기 ARQ 블록 수신에 실패한 경우, S410 단계에서 HARQ NAK을 송신기로 전송한다.

[0032] 그런데 HARQ NAK 전송 과정에서 오류가 발생하여, S415 단계에서 송신기의 MAC 계층에 로컬 ACK가 전달될 수 있다. 그러면 송신기는 S405 단계에서 전송한 ARQ 블록의 다음 순서의 ARQ 블록을 전송하게 되므로, 수신기 입장에서는 ARQ 블록이 유실된다. ARQ 블록 유실이 감지되면, 수신기는 S420 단계에서 에러 감지 타이머를 구동한다. 그리고 수신기의 ARQ 계층은 상기 에러 감지 타이머가 만료하면, S425 단계에서 ARQ 피드백 메시지를 전송한다.

[0033] 이와 동시에, 송신기의 ARQ 계층은 HARQ 피드백 오류가 발생하는 경우에 대비하여 로컬 ACK를 수신 하여도 타이머(T2 timer)를 구동한다. 상기 타이머(T2 timer)가 만료될 때 까지 송신기가 수신기로부터 ARQ 피드백 메시지를 수신하지 않는 경우, ARQ 블록의 전송이 성공한 것으로 판단한다. 그러면 송신기는 430 단계에서 다음 순서의 ARQ 블록을 수신기로 전송한다.

- [0034] 도 4에 도시된 타이머를 사용하는 HARQ and ARQ interactions에 따르면, 먼저 송신기의 ARQ 계층에서 로컬 ACK 메시지 수신 후 타이머가 동작하게 되면 타이머의 시간만큼 ARQ 슬라이딩 윈도우(sliding window)의 전진이 늦어진다. 즉, 로컬 ACK 메시지 사용으로 인해 ARQ 슬라이딩 윈도우의 빠른 전진을 기대 할 수 없다. 또한, 타이머 시간을 기다리는 동안, ARQ 슬라이딩 윈도우에 있는 ARQ 블록을 모두 전송하였음에도 불구하고 ARQ 슬라이딩 윈도우가 전진 하지 못하는 경우가 발생 할 수도 있다.
- [0035] 타이머는 최소 수신 측 ARQ 계층의 에러 감지 타이머(ERROR_DETECTION_TIMEOUT)의 동작 시간과 ARQ 피드백 메시지 전송에 걸리는 시간 보다 큰 값으로 설정해야 하므로 로컬 ACK 사용으로 인한 성능 향상이 줄어들다는 문제점이 있다.
- [0036] 또한, 버스트(burst) 오류가 발생하는 무선통신 환경에서, ARQ 블록의 오류가 연접해서 발생하면 수신기의 ARQ 계층에서 에러 감지 타이머가 구동되는 시점이 늦어진다. 이는 송신기에서 로컬 ACK 메시지 수신 후 동작하는 타이머(T2 timer)의 값이 매번 달라져야 함을 의미한다. 이러한 문제점을 고려하여 타이머 값에 여유분을 두고 크게 잡을 수도 있으나, 타이머 값이 커지면 로컬 ACK 사용에 따른 이득도 감소한다. 또한 타이머 값을 크게 잡아도 상기 내용의 발생을 모두 고려 할 수 없다. 또한, HARQ 최대 전송횟수까지 전송 후 전송 실패 시 수신기에서 로컬 NAK를 사용하여, 수신기의 에러 감지 타이머가 오류 발생 시 바로 동작 하도록 할 수 있으나, 수신기에 별도로 로컬 NAK 메시지 사용 구현이 필요하다. 즉, IEEE 802.16m 표준 기지국과 연결 시 문제가 된다.
- [0037] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, HARQ 피드백 정보를 이용한 ARQ 프로토콜을 사용할 때, 로컬 ACK 수신 시 동작하는 타이머의 값을 적절히 설정 하여 ARQ 프로토콜 성능을 개선하는 것을 목적으로 한다. 또한, 타이머의 동작시점을 적절히 설정하여, HARQ 피드백 오류가 발생하는 경우의 문제를 효율적으로 해결한다.
- [0038] 본 발명의 주요 요지는 HARQ and ARQ interactions 에서, 송신기의 ARQ 계층에서 로컬 ACK 수신 시, 동작하는 타이머($=T_{wait}$) 값을 채널 상태에 따라 적응적으로 설정하는 것이다. 이 경우, 채널 상태는 HARQ 피드백 메시지를 수신하는 시점의 신호대 잡음비(Signal to Noise Ratio, SNR) 값을 이용하여 판단한다.
- [0039] 채널 상태가 양호한 경우(즉, 설정된 기준 값 이상인 경우), 수신기는 ACK 메시지 수신 후 바로 해당 ARQ 블록의 전송 성공으로 인식한다. 반면, 채널 상태가 상대적으로 양호하지 못한 경우(즉, 설정된 기준 값 이하인 경우), 수신기는 $T_{wait} + \delta$ 시간만큼 기다린 후 전송 성공으로 판단한다. 이 경우, 로컬 ACK 메시지 수신 후 타이머 동작을 위한 대기 시간을 하기의 수학적 식 1과 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 1

$$\hat{T}_{wait} = \begin{cases} 0, & SNR_{cur} > SNR_{th} \\ T_{wait} + \delta, & otherwise \end{cases}$$

- [0040]
- [0041] 여기서 SNR_{cur} 은 수신기가 HARQ ACK를 수신한 시점에서의 SNR 값을 의미하고, SNR_{th} 는 타이머 값 설정을 위한 SNR 기준 값이다. δ 값은 하기의 도 5의 제1 시점과 제2 시점의 시간차로서, 로컬 ACK 수신 후 T_{wait} 타이머가 동작 할 때까지의 시간이다.
- [0042] 수신기의 ARQ 계층에서, ARQ 블록 'n'에 대한 타이머는 ARQ 블록 'n' 보다 큰 시퀀스 넘버(Sequence Number, SN) 값을 갖는 ARQ 블록을 수신하였을 때 동작한다. 타이머의 동작 시점을 알 수 없으므로 T_{wait} 값은 매 순간 다르게 적용하여야 한다. 즉, δ 값은 항상 달라진다. 본 발명의 수신기의 ARQ 계층에서의 타이머 구동 시점을 도 5를 통해 설명하도록 한다.
- [0043] 도 5는 수신기의 ARQ 계층에서의 타이머 구동 시점을 도시하는 도면이다.
- [0044] 본 발명의 T_{wait} 타이머는 ARQ 블록 'n' 보다 큰 SN값을 갖는 ARQ 블록에 대해 신뢰성 있는 로컬 ACK 메시지를

수신 할 때 구동된다.

- [0045] 도 5를 참조하면, 도 5의 제1 시점은 ARQ 블록 'n'에 대한 로컬 ACK를 수신한 시점이다. 하지만 SNR 값이 기준 값 이하(즉, $SNR_{cur} < SNR_{th}$)이므로, ARQ 블록 'n'에 대해 바로 전송 성공으로 판단하지 않는다.
- [0046] 한편, 제2 시점은 ARQ 블록 'n+1'에 대한 로컬 ACK를 수신한 시점이다. 이때, SNR이 기준 값 이상(즉, $SNR_{cur} \geq SNR_{th}$)이므로 수신기는 ARQ 블록 'n+1'에 대한 전송이 성공한 것으로 판단한다. 이와 동시에, 수신기는 ARQ 블록 'n'에 대한 T_{wait} 타이머를 구동한다.
- [0047] 만약, 송신기가 T_{wait} 타이머를 구동하는 동안, 수신기로부터 ARQ 피드백 메시지를 수신하는 경우, ARQ 블록 'n'에 대해 재전송을 수행한다. 반면, 송신기가 T_{wait} 타이머를 구동하는 동안, 수신기로부터 ARQ 피드백 메시지를 수신하지 않는 경우, 송신기는 해당 ARQ 블록 'n'에 대한 전송이 성공한 것으로 판단한다.
- [0048] 한편, SNR_{cur} 값은 단말의 채널 품질 인식자(Channel Quality Indicator, CQI) 정보를 이용한다. 단말은 주기적으로 채널 상태 정보를 기지국으로 전송한다. 이 때 전송 주기는 2P 프레임(Frame) 단위이며 p는 2 비트(bit) 값을 갖는다. 즉, 단말은 1,2,4,8 프레임 단위로 기지국에 현재 채널 상태를 보고한다. MAC-PHY 계층 사이의 지연(delay)을 고려하여 기지국은 각 ARQ 연결 마다, 이전 프레임 대한 채널 상태 정보를 저장한다. 여기서 CQICH(Channel Quality Indicator Channel)을 통해 보고되는 채널 상태 정보는 한 프레임 전의 채널 상태 정보이다. 그러나 송신기는 로컬 ACK를 수신 하는 시점에서는 로컬 ACK가 생성된 시점의 채널 상태 정보를 알 수 있다. 따라서 송신기는 CQI를 통해 SNR_{cur} 값을 판단할 수 있다.
- [0049] 한편, SNR_{cur} 의 값이 기준 값 이상이라도 로컬 NAK 오류는 발생 할 수 있다. 또한, CQI 정보의 오차에 의해 로컬 NAK 오류를 해결 못 할 수도 있다. 로컬 NAK 오류 발생 시 문제가 되는 것은 송신기 및 수신기 ARQ 윈도우(window) 동기가 어긋나는 현상이다. 따라서 로컬 NAK 오류가 발생했을 때, 해당 ARQ블록만 유실되도록 하기 위해 수신기 ARQ 계층에 다음과 같은 동작이 필요하다.
- [0050] 만약, 송신기 ARQ 계층에서 오류가 발생한 ARQ 블록을 재전송하지 않고, 수신기 ARQ 윈도우 범위 밖의 ARQ 블록을 전송하였다고 가정한다. 이 경우, 송신기는 로컬 NAK 오류에 의해, 오류 발생한 ARQ 블록을 전송 성공으로 판단한 것으로 가정할 수 있다. 이때, 수신기의 ARQ 계층에서는 오류가 발생한 ARQ 블록을 제거하고, 송신기의 ARQ 계층에서 전송하는 ARQ 블록으로 ARQ 윈도우를 업데이트하여 ARQ 윈도우의 동기가 어긋나는 현상을 방지할 수 있다.
- [0051] 기준 SNR 값 이상에서 발생하는 로컬 NAK 오류의 경우, 비록 해당 ARQ 블록은 유실되지만 허용 가능한 오류율 이하로 SNR_{th} 값을 적절히 설정하면 로컬 NAK 오류를 고려하면서 로컬 ACK 사용 시의 이득을 얻을 수 있다. 로컬 NAK 오류의 인식 방법은 IEEE 802.16m 표준에 정의된 타이머를 사용하여 인식한다.
- [0052] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 송신기의 동작 순서를 도시하는 순서도이다.
- [0053] 우선, 송신기는 S605 단계에서, 수신기로부터 전송되는 ARQ 블록 'n'에 대한 로컬 ACK를 수신한다. 그러면 송신기는 S610 단계에서, 상기 로컬 ACK에 대한 HARQ 피드백 메시지 수신 시점의 SNR 값(SNR_{cur})이 기준 값(SNR_{th})보다 큰지 여부를 판단한다.
- [0054] 만약, SNR_{cur} 이 SNR_{th} 보다 작은 경우, 송신기는 S615 단계로 진행하여 ARQ 블록 'n'에 대해 수신 성공 여부에 대한 판단을 보류한다.
- [0055] 반면, SNR_{cur} 이 SNR_{th} 이상인 경우, 송신기는 S620 단계로 진행하여 ARQ 블록 'n'에 대한 수신이 성공한 것으로 판단한다. 이와 동시에, 송신기는 S625 단계에서 'n-1' 이하의 시퀀스 넘버를 가지는 ARQ 블록에 대해 타이머 동작을 개시한다. 보다 구체적으로, 송신기는 가장 최근에 수신 성공한 블록과, 현재 수신 성공한 블록 사이에 판단이 유보된 블록들에 대해 타이머를 구동시킨다. 예를 들어, 현재 수신 성공한 블록이 ARQ 블록 'n'이고, 가장 최근에 수신 성공한 블록이 ARQ 블록 'n-5'라면, ARQ 블록 'n-4', ARQ 블록 'n-3', ARQ 블록 'n-2', ARQ 블록 'n-1'에 대한 타이머를 구동시킨다.
- [0056] 그리고 송신기는 S630 이하의 단계에서, 타이머 만료 시점 이전에 해당 블록에 대한 ARQ 피드백 메시지가 수신되었는지 여부에 따라, 해당 블록에 대한 재전송을 결정한다.

- [0057] 보다 구체적으로, 송신기는 S635 단계에서 타이머 만료 전에 수신기로부터 ARQ 피드백 메시지를 수신한 경우, S640 단계로 진행하여 ARQ 피드백 메시지의 대상이 되는 ARQ 블록에 대한 재전송을 수행한다. 반면, 송신기는 타이머 만료시까지 수신기로부터 ARQ 피드백 메시지를 수신하지 않은 경우, S645 단계로 진행하여 해당 ARQ 블록의 수신 성공을 확정한다.
- [0058] 그리고 송신기는 S650 단계에서, n 값을 차례로 증가시켜 S605 이하의 단계를 반복적으로 수행한다.
- [0059] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 수신기의 내부 구조를 도시하는 블록도이다. 도 7에서 도시되는 바와 같이, 본 발명의 수신기는 RF 통신부(710), 저장부(720), 제어부(730)를 포함할 수 있다.
- [0060] RF 통신부(710)는 송신기와 수신기의 무선 통신을 위한 해당 데이터의 송수신 기능을 수행한다. RF 통신부(710)는 송신되는 신호의 주파수를 상승 변환 및 증폭하는 RF송신기와, 수신되는 신호를 저 잡음 증폭하고 주파수를 하강 변환하는 RF수신기 등으로 구성될 수 있다. 또한, RF 통신부(710)는 무선 채널을 통해 데이터를 수신하여 제어부(730)로 출력하고, 제어부(730)로부터 출력된 데이터를 무선 채널을 통해 전송할 수 있다.
- [0061] 저장부(720)는 송신기의 동작에 필요한 프로그램 및 데이터를 저장하는 역할을 수행한다. 보다 구체적으로 저장부(720)는 상술한 본 발명의 실시예에 따라 HARQ(Hybrid Automatic Repeat reQuest) 피드백 메시지를 이용한 ARQ 프로토콜의 HARQ 피드백 메시지 오류 발생을 방지하는 프로그램을 저장할 수 있다.
- [0062] 제어부(730)는 송신기의 각 구성 요소에 대한 전반적인 동작을 제어한다. 보다 구체적으로, 제어부(730)는 송신기의 ARQ 계층에서 로컬 ACK 수신 시 동작하는 타이머의 값을 채널 상태에 따라 적응적으로 설정하는 일련의 과정을 제어한다. 이를 위해, 제어부(730)는 타이머 동작 제어부(731)를 더 구비할 수 있다.
- [0063] 타이머 동작 제어부(731)는 송신기의 ARQ 계층에서 로컬 ACK 수신 시 동작하는 타이머의 값을 채널 상태에 따라 적응적으로 설정한다. 보다 구체적으로, 타이머 동작 제어부(731)는 채널 상태가 상대적으로 양호하지 못한 경우(즉, 설정된 기준 값 이하인 경우), 수신한 ARQ 블록에 대한 수신 성공 여부에 대한 판단을 보류한다. 반면, 채널 상태가 양호한 경우(즉, 설정된 기준 값 이상인 경우), 타이머 동작 제어부(731)는 ACK 메시지 수신 후 바로 해당 ARQ 블록의 전송 성공으로 판단함과 동시에 ' $n-1$ ' 이하의 시퀀스 넘버를 가지는 ARQ 블록에 대해 타이머 동작을 개시한다. 보다 구체적으로, 송신기는 가장 최근에 수신 성공한 블록과, 현재 수신 성공한 블록 사이에 판단이 유보된 블록들에 대해 타이머를 구동시킨다.
- [0064] 도 8 및 도 9에서는 본 발명 실시예에 대한 성능 분석 결과를 도시하는 도면이다.
- [0065] 우선, 도 8은 HARQ 피드백 오류가 발생할 때, HARQ and ARQ interactions 기법에 영향을 주는 영향을 도출한 그래프이다. 도 8에서는 IEEE 802.16m 표준 ARQ(즉, No interactions)를 사용할 때와, 로컬 NAK 메시지 및 로컬 ACK 메시지를 모두 사용하는 HARQ and ARQ interactions 기법(즉, Local ACK)의 성능을 HARQ 피드백 오류가 있는 경우와 없는 경우로 나누어 성능을 도출하였다. 평균 SNR 에 따른 데이터 처리량(throughput)과 폐기 비율(discarded ratio)를 도출하였고 그 결과는 도 8의 (a), (b)와 같다.
- [0066] 이에 대해 구체적으로 설명하면, HARQ 피드백 오류가 발생하면 로컬 ACK의 경우 데이터 처리량 성능에 심각한 열화가 발생하였다. 데이터 처리량 결과를 보면 평균 SNR값에 따라 약 37.1~76.9% 감소하였고 이는 폐기되는 ARQ 블록의 비율과 같다. 반면에 No interactions의 경우 데이터 처리량 감소폭이 적는데 HARQ 피드백 오류가 단지 ARQ 블록 오류율을 증가시키는 영향만 주기 때문이다. No interactions의 경우 HARQ 피드백 오류가 발생하여도 폐기 비율에는 큰 변화가 없다. 이때 발생하는 폐기되는 ARQ 블록은 ARQ_BLOCK_LIFETIME까지 전송 후에도 전송 실패한 ARQ 블록이다.
- [0067] 로컬 ACK의 성능 열화가 큰 것은 HARQ 피드백 오류가 발생할 때 해당 ARQ 블록의 전송 실패만 발생하는 것이 아님을 의미한다. HARQ 피드백 오류가 발생하면 송신측이 관리하는 ARQ 윈도우 수신측이 관리하는 ARQ 윈도우의 동기가 깨지는 ARQ_SYNC_LOSS 현상이 발생하게 되고, 전송 실패로 폐기되는 ARQ 블록이 많아진다. 즉, HARQ and ARQ interactions 기법에 HARQ 피드백 오류를 반드시 고려해야 한다.
- [0068] 도 9는 HARQ 피드백 오류를 고려한 경우 각각의 HARQ and ARQ interaction 기법들의 성능 도출 결과를 도시하는 도면이다.
- [0069] 먼저 데이터 처리량(throughput) 성능을 보면 채널 상태에 따라 타이머 값을 적용하는 방안(=Channel)의 성능이 가장 높았고, No interactions 대비 약 20~34% 성능 향상을 보인다. 다음으로 IEEE 802.16m 표준에서 지원하는 HARQ and ARQ interactions 기법(=Local NAK), No interactions 순으로 나타남을 확인 할 수 있다. 로컬 NAK의

경우 No interactions 대비 약 3.2~12.5% 성능 향상을 나타냈고 이는 로컬 NAK 메시지 사용에 따른 이득이다.

[0070] 타이머(Timer)의 경우 가장 낮은 성능을 보였는데 로컬 NAK 오류를 다 해결 하지 못하고 폐기된(discarded) ARQ 블록이 대량으로 발생하였기 때문이다.

[0071] 폐기 비율(Discarded ratio)을 보면 로컬 NAK의 경우에 가장 낮고 다음으로 채널(Channel), No interactions순으로 낮게 나타났다. 타이머(Timer)의 경우에는 약 3.3~35.3% 발생하였는데 이는 설정한 T_{wait} 값 이후에 ARQ 피드백 메시지를 수신했음을 의미한다. T_{wait} 을 길게 하면 폐기 비율(discarded ratio)은 줄어들지만, 로컬 NAK만 사용하는 경우와 동일하게 된다. 타이머에서 T_{wait} 값은 채널(Channel)의 경우와 동일한 값으로 적용하였다.

[0072] 로컬 NAK과 No interactions의 차이는 로컬 NAK 메시지 사용 유무에 따른 결과이다. 로컬 NAK 메시지 사용 시 오류 발생한 ARQ 블록의 빠른 재전송이 가능해 사용하지 않는 경우보다 여러 번 재전송할 수 있어서 폐기된 ARQ 블록도 줄어든다. 채널(Channel)과 로컬 NAK의 차이는 SNR_{th} 이상에서 발생하는 로컬 NAK 오류에 의한 결과이다. 로컬 NAK 오류가 발생하여 도 ARQ 윈도우 동기가 깨지지 않도록 하였기 때문에 해당 ARQ 블록만 폐기 된다. SNR_{th} 값을 높이면 로컬 NAK과의 차이는 줄어든다.

[0073] 평균 지연(delay)은 HARQ and ARQ interactions 기법들의 성능이 No interactions보다 좋은 성능을 보였다. 이는 로컬 NAK 메시지 사용으로 오류 발생 ARQ 블록을 빠르게 재전송하기 때문이다.

[0074] 평균 ARQ 피드백 메시지 수는 기본적으로 HARQ and ARQ interactions 기법을 사용하는 경우가 적게 발생한다. 로컬 NAK 메시지로 ARQ 피드백 메시지를 대체하기 때문이다. 평균 SNR이 증가함에 따라 차이가 줄어들는데 오류 발생 이외에 ARQ 윈도우 전진을 위해 일정량의 ARQ 피드백 메시지가 필요하기 때문이다. 채널(Channel)의 경우 평균 SNR이 높으면 로컬 ACK를 받고 T_{wait} 만큼 기다리지 않는 ARQ 블록이 증가하므로 ARQ 피드백메시지 수도 감소한다.

[0075] 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시예들은 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 본 발명의 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것일 뿐이며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

부호의 설명

[0076] 710 : RF 통신부

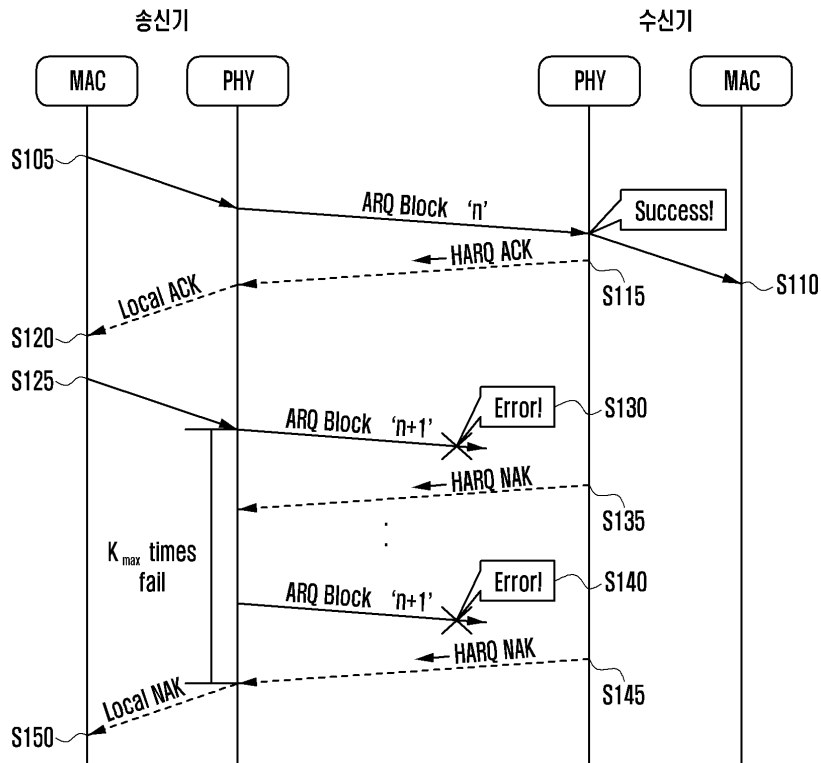
720 : 저장부

730 : 제어부

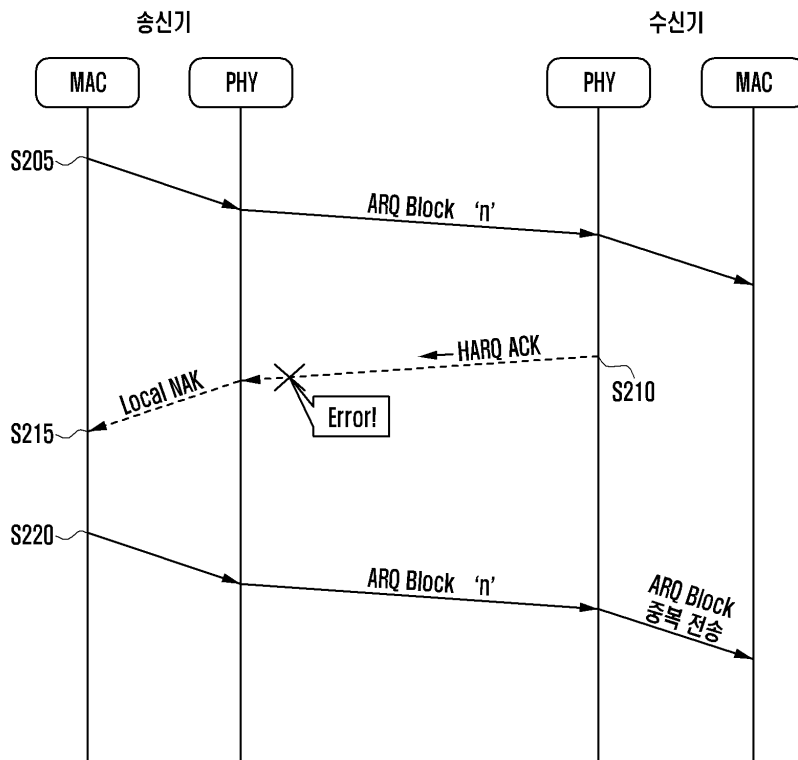
731 : 타이머 동작 제어부

도면

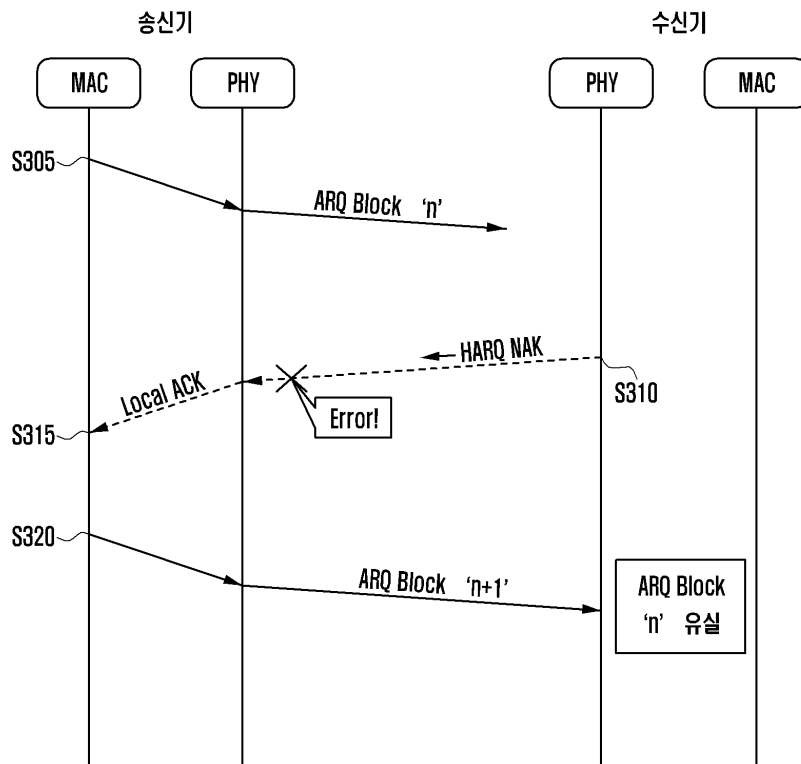
도면1



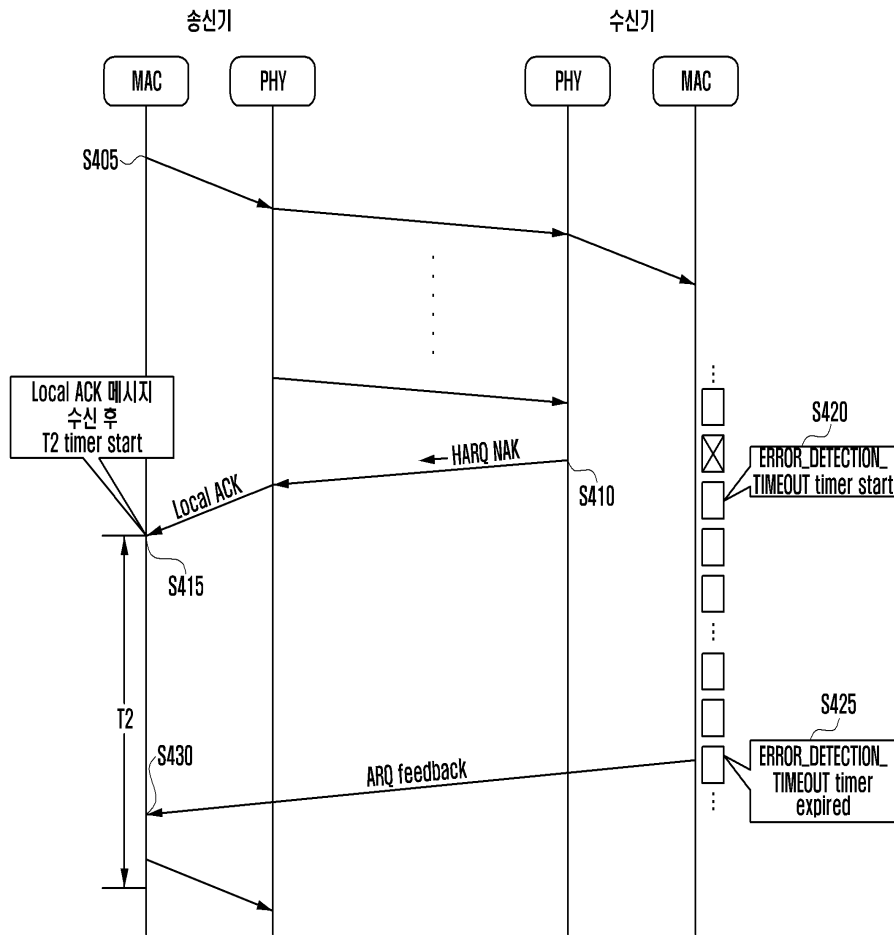
도면2



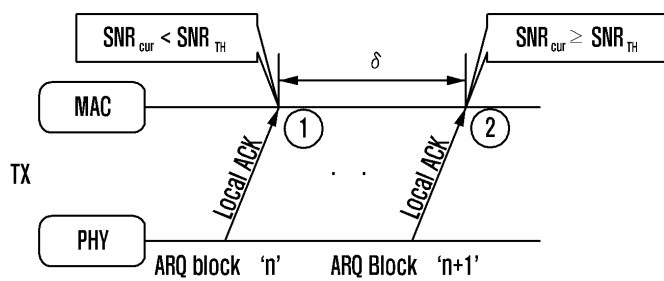
도면3



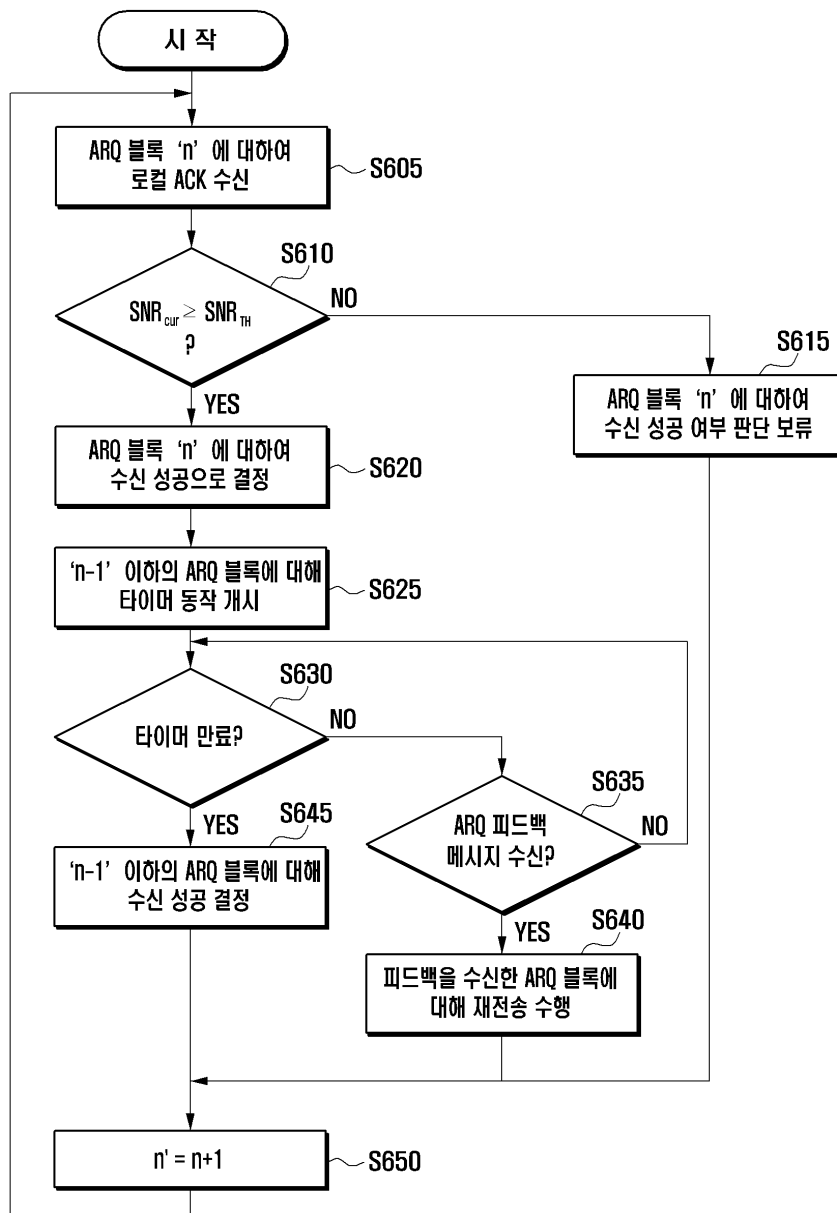
도면4



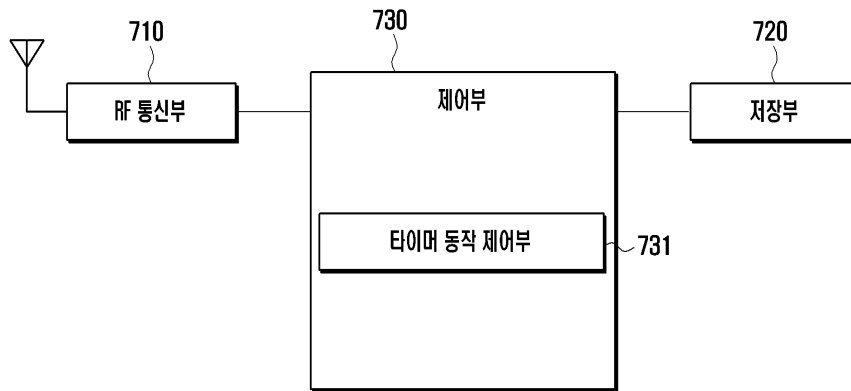
도면5



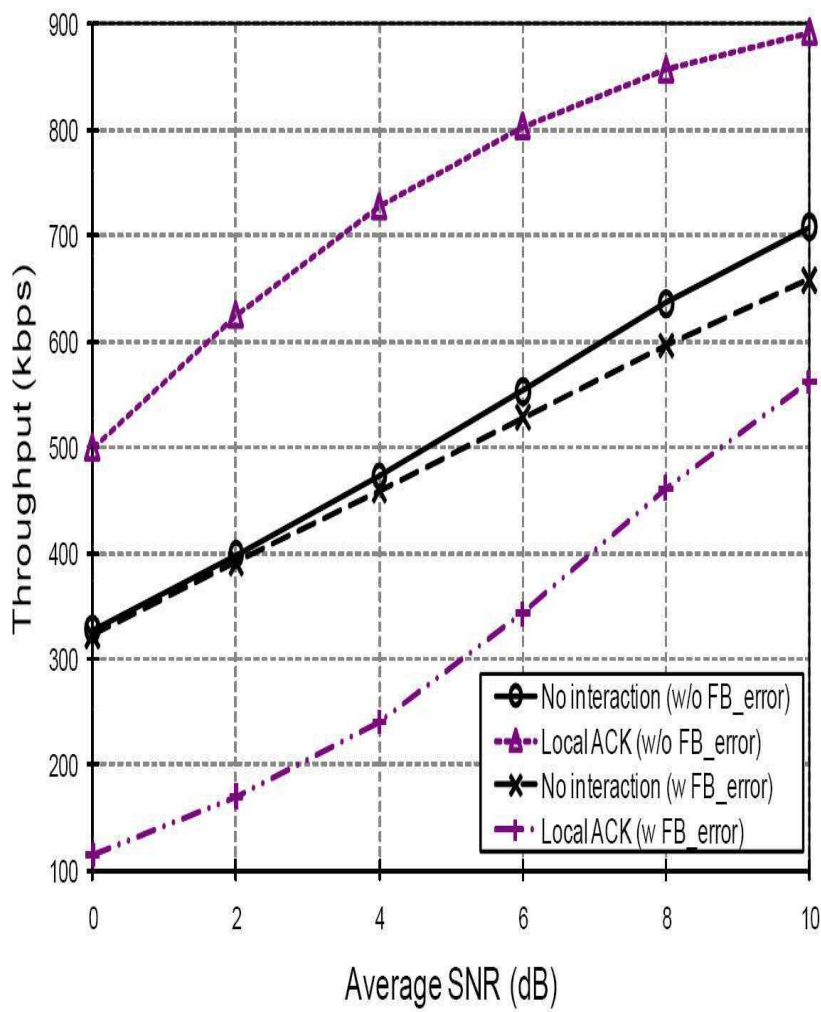
도면6



도면7

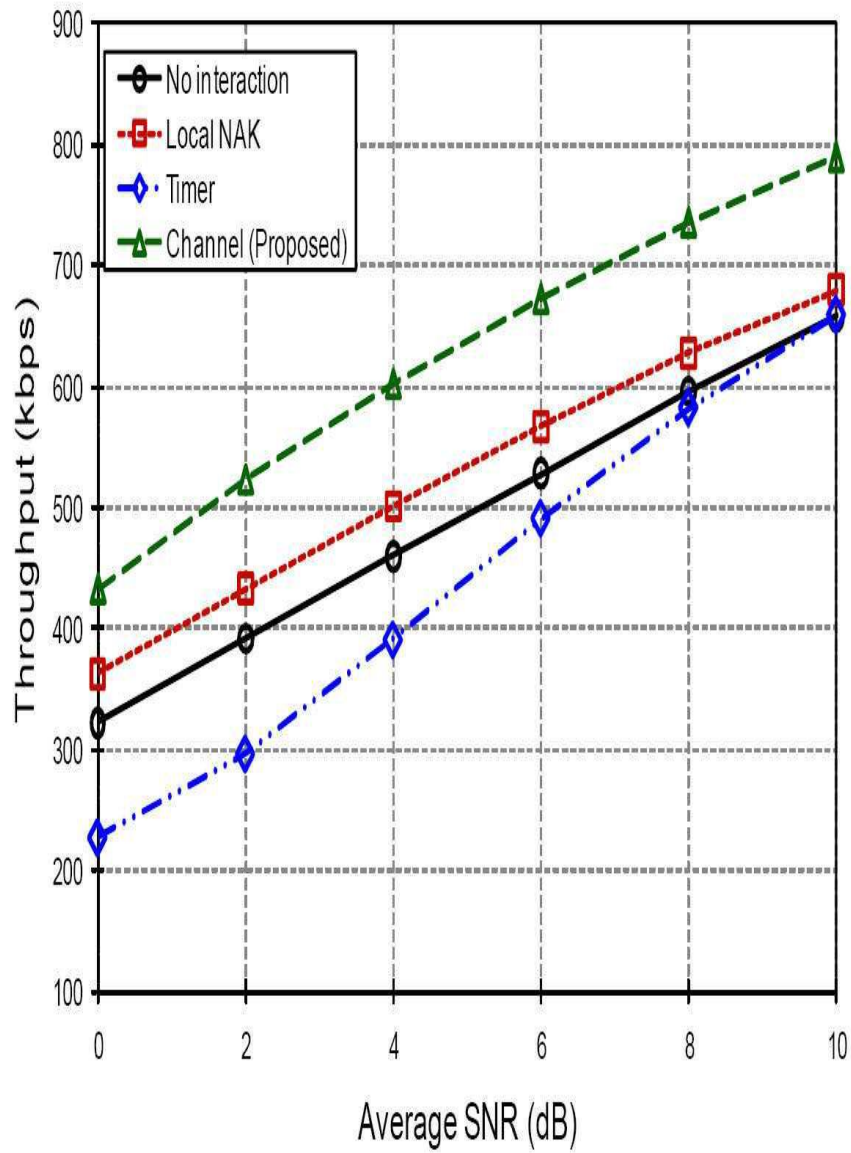


도면8a



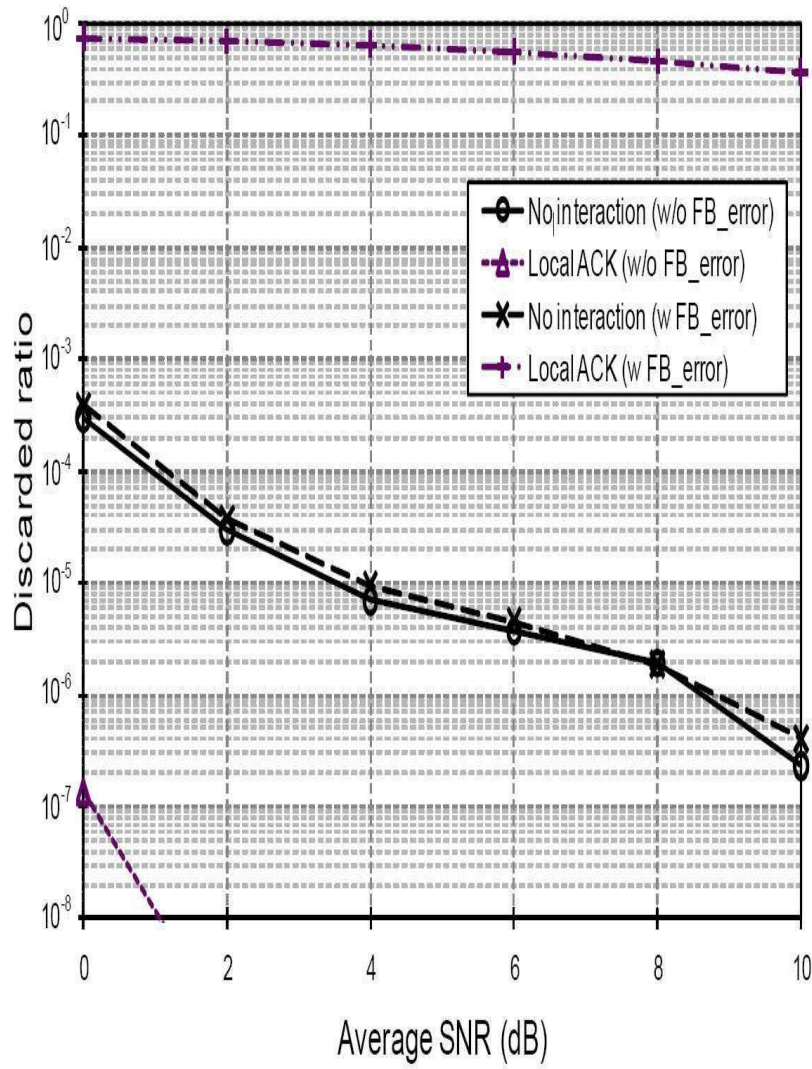
(a) Throughput

도면8b



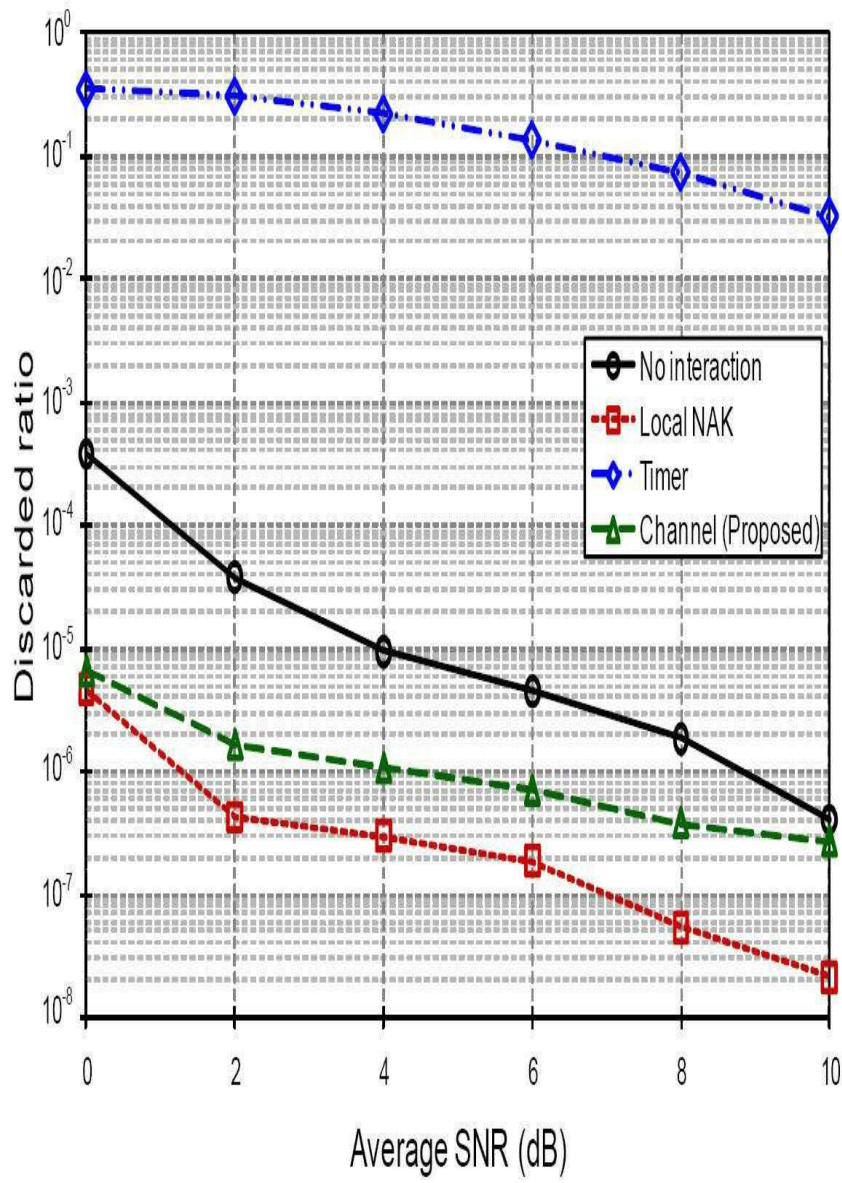
(a) Throughput

도면9a



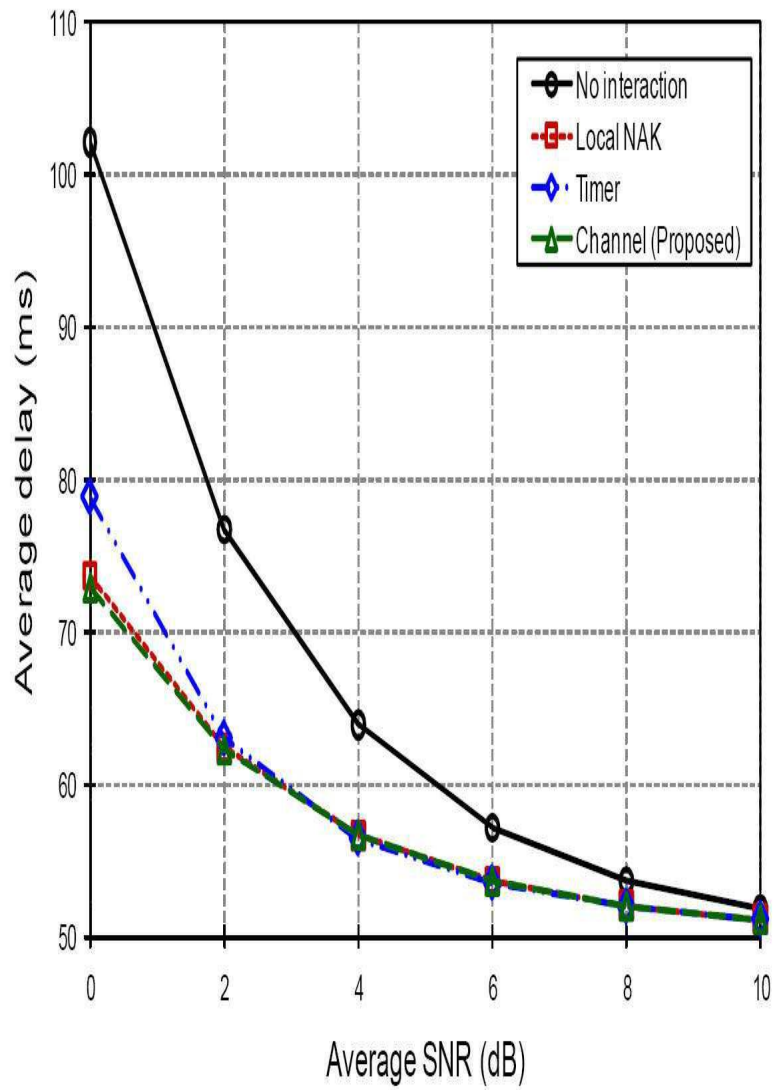
(b) Discarded ratio

도면9b



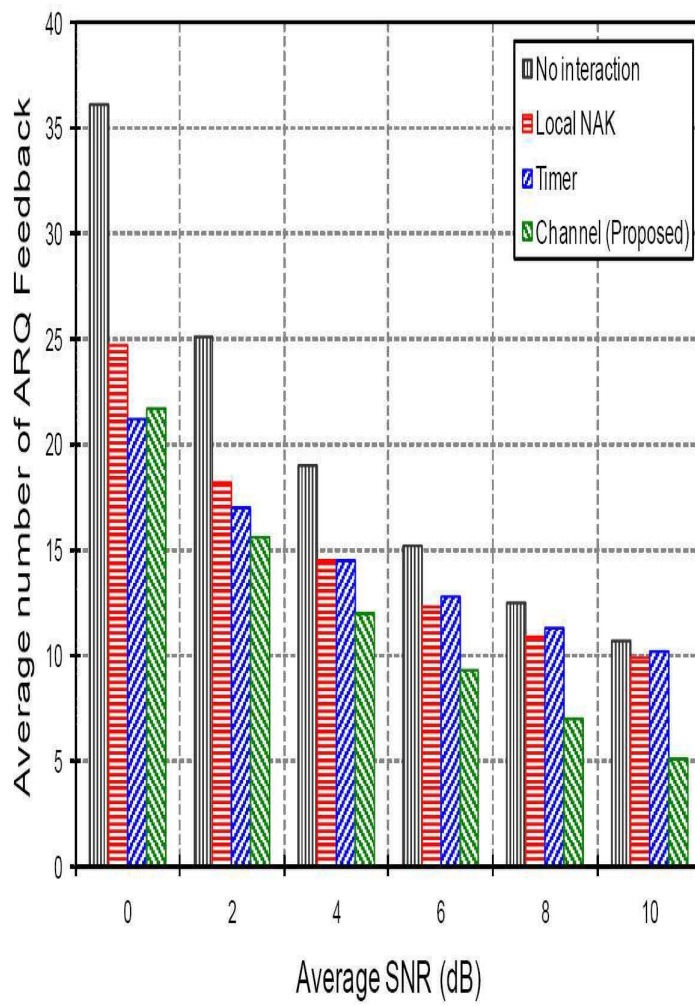
(b) Discarded ratio

도면9c



(c) Average delay

도면9d



(d) 평균 ARQ 피드백 메시지 수