



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년07월03일
(11) 등록번호 10-1281252
(24) 등록일자 2013년06월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/14 (2006.01) H04L 1/18 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7010257
(22) 출원일자(국제) 2009년10월21일
심사청구일자 2011년05월04일
(85) 번역문제출일자 2011년05월04일
(65) 공개번호 10-2011-0069838
(43) 공개일자 2011년06월23일
(86) 국제출원번호 PCT/US2009/061412
(87) 국제공개번호 WO 2010/053695
국제공개일자 2010년05월14일
(30) 우선권주장
12/265,234 2008년11월05일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2008527795 A
전체 청구항 수 : 총 13 항

(73) 특허권자
모토로라 솔루션즈, 인크.
미국, 일리노이 60196, 샤움버그, 이스트 엘공윈 로드 1303
(72) 발명자
사토리, 필립페 제이.
미국 60102 일리노이주 알공윈 윈딩 캐니언 코트 9
블랜켄쉽, 유페이 더블유.
미국 60047 일리노이주 킬디어 파인 레이크 씨클 21910
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
백만기, 정은진, 양영준

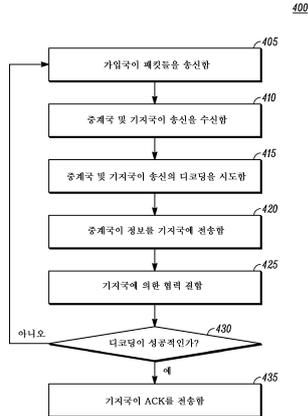
심사관 : 박성용

(54) 발명의 명칭 멀티 홉 무선 통신 시스템들 내에서 협력 중계를 위한 방법

(57) 요약

멀티 홉 무선 통신 시스템 내에서의 협력 중계 방법은 데이터 패킷을 디코딩하려고 시도하면서 하드 슬라이스된 채널 비트와 저장된 데이터 패킷에 관한 정보를 갖는 데이터 패킷을 수신하는 중계국으로부터 수신된 LLR(Logarithmic Likelihood Ratio) 품질 정보를 결합하는 기지국을 포함한다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

클라슨, 브라이언 케이.

미국 60067 일리노이주 펠러턴 웨스트 블룸필드 코
트 756

남벨커, 아지트

미국 60005 일리노이주 알링턴 하이츠 에이피티.
2케이 노쓰 서머셋 엘엔. 216

시모엔스, 세바스티엔

프랑스 에프-69002 리옹 튀 젤탈 19

비스토스키, 유진

미국 60089 일리노이주 버팔로 그로브 레이몬드 로
드 421

특허청구의 범위

청구항 1

멀티 홉 무선 통신 시스템들 내에서의 협력 중계(cooperative relaying) 방법으로서,
 가입국에 의해 하나 이상의 데이터 패킷들을 송신하는 단계와,
 하나 이상의 중계국들 및 기지국에 의해 상기 하나 이상의 데이터 패킷들을 수신하는 단계와,
 상기 하나 이상의 중계국들에 의해, 복수의 하드 슬라이스된(hard sliced) 채널 비트들 및 LLR(Logarithmic Likelihood Ratio) 품질 정보를 포함하는, 상기 하나 이상의 데이터 패킷들에 관한 정보를 상기 기지국에 전송하는 단계와,
 상기 기지국에 의해, 상기 하나 이상의 중계국들로부터 수신된 정보를 상기 하나 이상의 데이터 패킷들에 관한 저장된 정보와 결합시키는 단계와,
 상기 결합된 정보를 이용하여 상기 기지국에 의해 상기 가입국으로부터의 송신을 디코딩하는 단계와,
 상기 디코딩이 성공적이지 않은 경우, 상기 가입국으로부터 재송신을 요청하는 단계를 포함하는 협력 중계 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 재송신 요청에 응답하여 상기 송신 단계, 상기 수신 단계, 상기 전송 단계, 상기 결합 단계, 및 상기 디코딩 단계를 반복하는 단계를 더 포함하는 협력 중계 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 수신 단계 이후에, 상기 하나 이상의 중계국들 및 상기 기지국에 의해 상기 수신된 하나 이상의 데이터 패킷들을 디코딩하는 단계를 더 포함하는 협력 중계 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 디코딩이 성공적인 경우, 상기 기지국에 의해, 상기 가입국 및 상기 하나 이상의 중계국들 양쪽 모두에 ACK(acknowledgement)를 전송하는 단계를 더 포함하는 협력 중계 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 디코딩이 성공적이지 않은 경우, 상기 기지국에 의해, 상기 가입국 및 상기 하나 이상의 중계국들에 명백한(explicit) NACK를 전송하는 단계를 더 포함하는 협력 중계 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,
 상기 명백한 NACK에 응답하여 상기 송신 단계, 상기 수신 단계, 상기 전송 단계, 상기 결합 단계, 및 상기 디코딩 단계를 반복하는 단계를 더 포함하는 협력 중계 방법.

청구항 7

멀티 홉 무선 통신 시스템들 내에서의 협력 중계 방법으로서,

중계국에서, 가입국으로부터의 하나 이상의 데이터 패킷들의 송신을 수신하는 단계와,
 상기 중계국에 의해, 상기 하나 이상의 데이터 패킷들과 관련된 채널 비트 LLR 품질 정보를 산출하는 단계와,
 상기 중계국에 의해, 대역폭(BW) 요청을 기지국에 전송하는 단계 - 상기 대역폭 요청은 상기 채널 비트 LLR들의 평균 크기(magnitude)를 포함하는 신뢰성 메트릭(reliability metric)을 포함함 -
 를 포함하고,
 상기 가입국의 직접 송신이 상기 기지국에 의해 미리 성공적으로 디코딩되지 않은 경우, 상기 기지국에서,
 상기 대역폭 요청을 프로세싱하는 단계, 및
 상기 포함된 신뢰성 메트릭에 기초하여, 상기 하나 이상의 데이터 패킷들의 성공적인 디코딩을 얻기 위해 상기 기지국에서 필요한 추가적인 수의 채널 비트 LLR들을 결정하는 단계를 포함하는 협력 중계 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,
 상기 중계국에 의해 상기 BW 요청을 상기 기지국에 전송하는 단계에 앞서서,
 상기 중계국에 의해, 상기 하나 이상의 데이터 패킷들을 디코딩하는 단계와,
 상기 중계국에서 상기 패킷이 성공적으로 디코딩되는 경우, 상기 신뢰성 메트릭에 대해 미리 설정된 임계 값을 초과하는 값을 설정하여 상기 BW 요청에 포함시키는 단계
 를 더 포함하는 협력 중계 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,
 상기 중계국에 의해 상기 BW 요청을 상기 기지국에 전송하는 단계에 앞서서,
 상기 중계국에 의해, 상기 하나 이상의 데이터 패킷들을 디코딩하는 단계와,
 상기 중계국에서 상기 패킷이 성공적으로 디코딩되지 않은 경우, 상기 채널 비트 LLR들에 기초하여 상기 신뢰성 메트릭을 산출하여 상기 BW 요청에 포함시키는 단계
 를 더 포함하는 협력 중계 방법.

청구항 10

제7항에 있어서,
 상기 중계국에 의해 상기 BW 요청을 상기 기지국에 전송하는 단계 이후에,
 상기 기지국에 의해, 원래의 가입국의 직접 송신이 상기 기지국에서 성공적으로 디코딩되었는지 여부를 판정하는 단계와,
 상기 기지국에서 상기 가입국의 직접 송신이 미리 성공적으로 디코딩된 경우, 상기 중계국으로의 상기 대역폭 요청을 승인(grant)하지 않는 단계
 를 더 포함하는 협력 중계 방법.

청구항 11

제7항에 있어서,
 상기 가입국의 직접 송신이 상기 기지국에 의해 미리 성공적으로 디코딩되지 않은 경우, 상기 기지국에서,
 상기 하나 이상의 데이터 패킷들의 성공적인 디코딩을 얻기 위해 상기 기지국에서 필요한 상기 결정된 추가적인 수의 채널 비트 LLR들을 송신하기 위해 상기 중계국으로의 상기 대역폭 요청을 승인하는 단계를 더 포함하는 협력 중계 방법.

청구항 12

멀티 홉 무선 통신 시스템들 내에서의 협력 중계 방법으로서,
 복수의 중계국들에서, 가입국으로부터 하나 이상의 데이터 패킷들의 송신을 수신하는 단계와,
 상기 중계국들 각각에 의해, 상기 하나 이상의 데이터 패킷들과 관련된 채널 비트 LLR 품질 정보를 산출하는 단계와,
 상기 중계국들 각각에 의해, 대역폭(BW) 요청을 기지국에 전송하는 단계 - 상기 대역폭 요청은 상기 채널 비트 LLR들의 평균 크기를 포함하는 신뢰성 메트릭을 포함함 -
 를 포함하고,
 상기 가입국의 직접 송신이 상기 기지국에 의해 미리 성공적으로 디코딩되지 않은 경우, 상기 기지국에서,
 상기 대역폭 요청 각각을 프로세싱하는 단계, 및
 상기 포함된 신뢰성 메트릭 각각에 기초하여, 상기 채널 비트 LLR들의 송신을 위해 상기 중계국들의 적어도 일부에 대한 대역폭 요청들을 승인하는 단계
 를 포함하는 협력 중계 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,
 상기 기지국이 관련 대역폭 요청들을 승인하는 상기 중계국들의 적어도 일부에 대한 대역폭 요청들 각각에 포함되는 상기 신뢰성 메트릭 각각은 소정의 임계치를 넘는 협력 중계 방법.

청구항 14

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 명세서는 일반적으로 멀티 홉 무선 통신 시스템에 관한 것이며, 좀더 구체적으로는 멀티 홉 무선 통신 시스템들 내에서의 협력 중계를 위한 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 애드 혹 네트워크들은 고정된 인프라스트럭처가 없어도 동작할 수 있는 자가 형성 네트워크이며, 일부 경우에는 애드 혹 네트워크는 완전히 모바일 노드들로 형성된다. 애드 혹 네트워크는 일반적으로 하나 이상의 링크들(예컨대, 라디오 주파수 통신 채널들)에 의해 서로 무선으로 연결되는, 때때로 "노드들(nodes)"로 지칭되는, 지리적으로 분포되는 다수의 모바일 유닛들을 잠재적으로 포함한다. 노드들은 인프라스트럭처 기반 또는 유선 네트워크의 서포트 없이 무선 매체를 통해서 서로 통신할 수 있다. 이 노드들 간의 링크들 또는 커넥션들은 기존의 노드들이 애드 혹 네트워크에서 이동하는 임의의 방식, 새로운 노드들이 애드 혹 네트워크에 조인하거나 엔터하는 임의의 방식, 또는 기존의 노드들이 애드 혹 네트워크를 떠나거나 벗어나는 임의의 방식으로 동적으로 변화할 수 있다. 애드 혹 네트워크의 토폴로지(topology)는 크게 변화할 수 있으므로, 애드 혹 네트워크가 이 변화들을 동적으로 조정할 것을 허용할 수 있는 기술이 필요하다. 중앙 컨트롤러의 부족으로 인해, 다수의 네트워크 제어 기능들이 노드들 사이에 분포될 수 있으므로, 노드들은 토폴로지 변화에 응답하여 자기조직화(self-organize)하고 재구성할 수 있다.

[0003] 애드혹 네트워크 노드들의 하나의 특성은 각 노드가 멀리 떨어져 있는 단일 "홉"인 노드들과 단거리(short range)에서 직접 통신할 수 있다는 것이다. 이러한 노드들은 때때로 "인접 노드들(neighbor nodes)"로서 지칭된다. 노드가 패킷들을 목적지 노드에 송신하고 노드들이 둘 이상의 홉에 의해 분리되는 경우(예컨대, 2개의 노드들 사이의 거리는 노드들의 라디오 통신 범위를 넘거나, 물리적 장애물이 노드들 사이에 존재함), 패킷들이 목적지 노드에 닿을 때까지 패킷들은 중간 노드들을 통해서 중계될 수 있다("멀티 호핑(multi-hopping)"). 이

러한 상황에서, 패킷들이 최종 목적지에 닿을 때까지 각 중간 노드는 루트를 따라서 패킷들(예컨대, 데이터 및 제어 정보)을 다음 노드에 라우팅한다.

[0004] 기지국(BS)과 가입국(SS) 사이의 하나의 홉 링크들을 구현하는 네트워크들은 셀 경계에서 링크 버짓(link budgets)을 심하게 압박하고(stress) 종종 그들의 라디오들이 지원할 수 있는 고차 변조(higher-order modulations)를 이용하여 통신할 수 없는 셀 경계에서 가입자들을 렌더링할 수 있다. 커버리지 영역이 빈약한 (poor-coverage area) 포켓들은 데이터 레이트(data-rate)가 높은 통신이 불가능한 곳에서 생성된다. 이것은 전체 시스템 용량을 차례로 줄인다(bring down). BS들을 뺏빡하게 배치함으로써 이러한 커버리지 보이드(void)를 피할 수 있는 한편, 이는 네트워크 구축(deployment)을 위한 CAPEX(capital expenditure) 및 OPEX(operational expenditure) 모두를 대폭 증가시킨다. 비용이 덜 드는 해결책은 셀 경계 내의 가입자들이 높은 데이터 레이트 링크들을 이용하여 연결할 수 있도록 커버리지가 빈약한 영역에 중계국들(RSs)(릴레이 또는 리피터로도 알려짐)을 배치하고 송신을 반복하는 것이다.

[0005] 네트워크 내에 중계국을 배치하더라도, 서비스의 품질이 주어진 원하는 레벨에서 믿을 수 있게 송신이 수신되지 않는 경우에는 시간 및 환경은 유지된다. 이러한 결과에 대해서는, 음영 감쇄(shadow fading) 및 다른 전파 이슈를 포함하지만 이에 한정되지 않는 다양한 원인이 존재한다. 성능 요구조건은 또한 임팩트를 제기할 수 있다. 예를 들어, 데이터 송신 레이트가 계속 증가하도록 요구될 때(흔히 대역폭에서의 대응하는 증가를 가져옴), 동시에 송신 전력이 상당히 증가하지 않고 성공적으로 원하는 레벨을 가져오는 그 밖의 범위 내의 통신 디바이스의 능력은 보통 손상된다.

도면의 간단한 설명

[0006] 각각의 도면들에 걸쳐서 유사한 참조부호는 동일하거나 기능적으로 유사한 구성요소들을 지칭하는 이하의 상세한 설명과 함께 첨부된 도면은, 본 명세서에 포함되고 명세서의 일부를 구성하며, 주장된 발명을 포함하는 개념의 실시예들을 더 도시하고 실시예들의 다양한 원리 및 이점들을 설명하도록 제공된다.

도 1은 본 발명의 최소한 일부 실시예의 구현에서 사용하기 위한 무선 통신 네트워크를 도시한다.

도 2는 3개의 상이한 방법과 2개의 체이스 결합 송신(Chase combining transmissions)을 결합하는 FER(frame error rate)에 대한 시뮬레이션 결과의 그래프이다.

도 3은 3개의 상이한 방법과 2개의 IR(Incremental Redundancy) 결합 송신을 결합하는 FER에 대한 시뮬레이션 결과의 그래프이다.

도 4는 본 발명의 일부 실시예에 따라서 협력 중계하는(cooperative relaying) 방법을 도시하는 흐름도이다.

도 5는 본 발명의 일부 실시예에 따라서 협력 중계의 사용 일 예를 도시한다.

숙련된 기술자라면 도면의 구성요소들이 간단하고 명료하게 도시되며 반드시 치수에 맞게 그려지지 않았다는 것을 이해할 것이다. 예를 들면, 도면의 일부 구성요소들의 치수는 본 발명의 실시예를 보다 잘 이해하도록 다른 구성요소들에 비해서 과장될 수 있다.

본 장치 및 방법 컴포넌트들은 도면의 종래 심볼들에 의해 적절한 것으로 나타나며, 본 명세서를 이용하는 당업자에게는 너무나 자명할 세부사항을 기재하여 명세서를 애매하게 하지 않도록 본 발명의 실시예들을 이해하는데 적절한 특정한 세부사항만을 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0007] 본 명세서에는 멀티 홉 무선 통신 시스템 내에서 협력 중계(cooperative relaying)하는 방법이 제공되며, 본 방법은 가입국에 의해 하나 이상의 데이터 패킷들을 송신하는 단계와, 하나 이상의 중계국들 및 기지국에 의해 하나 이상의 데이터 패킷들을 수신하는 단계와, 하나 이상의 중계국들에 의해 복수의 하드 슬라이스된 채널 비트들 및 LLR(Logarithmic Likelihood Ratio) 품질 정보를 포함하는 하나 이상의 데이터 패킷들에 관한 정보를 기지국에 전송하는 단계와, 기지국에 의해 하나 이상의 중계국들로부터 수신된 정보를 하나 이상의 데이터 패킷들에 관한 저장된 정보와 결합시키는 단계와, 결합된 정보를 이용하여 기지국에 의해 가입국으로부터의 송신의 디코딩을 시도하는 단계와, 기지국에 의해 디코딩이 성공적이었는지를 판정하는 단계와, 디코딩이 성공적이지 않고 미리 정해진 시간이 지나간 경우, 가입국에서 묵시적 NACK(implicit negative acknowledgement)를 추정하는 단계를 포함한다.

- [0008] 협력 중계(cooperative relaying) 기술은, 스펙트럼 효율 및 커버리지 신뢰성의 측면에서 시스템 레벨의 성능을 증가시키는 강력한 수단임을 증명할 수 있다. 그러나, 협력 중계 기술은 구현하기에 어려운 것일 수 있다. 협력 중계 스킴으로, 목적지는 데이터 소스 및 하나 이상의 릴레이 양쪽으로부터 신호들을 수신한다. 그러므로, 협력 중계는 목적지에서 연성 정보(soft information)를 알고 결합을 실행할 것을 요구한다. 따라서, 협력 중계로, 릴레이(들)는 연성 정보를 목적지에 보낼 필요가 있다.
- [0009] 하나의 정보 비트는 일반적으로 LLR(Logarithmic Likelihood Ratio)에 의해 표시되므로, 연성 정보를 전송하는 것은 매우 비용이 많이 드는 동작이며, 실수(real number)는 통상적으로 양자화되어 8비트로 표시된다. 그 후, 큰 대역폭이 요구되는 것으로 주어지면, 릴레이(들)로부터 목적지에 모든 LLR들을 전송하는 것은 금지될 것이다. 따라서, 연성 정보를 릴레이로부터 목적지로 전송하기 위한 감소된 피드백 스킴이 필요하다.
- [0010] **협력 중계**
- [0011] 도 1은 본 발명의 적어도 일부 실시예를 구현하는데 사용하기 위한 무선 통신 네트워크(100)를 도시한다. 도 1은 예를 들어, IEEE 802.16 네트워크일 수 있다. (본 명세서에 인용된 임의의 IEEE 표준들에 대해서는, <http://standards.ieee.org/getieee802/index.html>를 보거나 미국, NJ 08855-1331, 피스카타웨이, PO Box 1331, 호스테인 445, IEEE에 위치한 IEEE에 접촉하시오.)
- [0012] 도시된 바와 같이, 무선 통신 네트워크(100)는 복수의 가입국(110-n)(또한 이동국 또는 이동 단말로 알려짐)과의 통신을 위해서 적어도 하나의 기지국(105)을 포함한다. 무선 통신 네트워크(100)는 복수의 릴레이(115-n)(또한 중계국 또는 리피터로 알려짐)를 더 포함한다. 릴레이들(115-n)은 높은 데이터 레이트 링크를 이용하여 셀 경계에 있는 가입국들(110-n)이 연결될 수 있도록 빈약한 커버리지를 갖는 영역 내에 배치되고 송신을 반복한다. 일부 경우에, 릴레이들(115-n)은 또한 기지국(105)의 커버리지 범위를 벗어나는 가입국들(110-n)을 제공할 수 있다. 일부 네트워크에서, 릴레이들(115-n)은 기지국(105)보다 더 단순한 버전이며, 거기서 그들은 연결을 관리하지 않고, 데이터를 중계하는 것을 도울 뿐이다. 또는, 릴레이들(115-n)은 적어도 기지국(105)만큼 복잡할 수 있다.
- [0013] 본 발명은 협력적인 D&F(Decode and Forward) 중계에서 HARQ(Hybrid Automatic Repeat reQuest)를 구현하는 방법을 제공한다. HARQ는 그들을 폐기하기보다는 수신 디바이스에서 손상된 패킷들을 저장함으로써 무선 통신 네트워크 내의 에러들로부터 더 빨리 복구되도록 하는 기술이다. 재송신된 패킷들이 에러를 갖는 경우라도, 양호한 패킷이 불량한 것들의 결합으로부터 도출될 수 있다. 협력적인 D&F 중계에서, 특정수의 릴레이들(예를 들어, 도 1의 중계국(RS; 115))을 수반하는 경로는 소스(예컨대, 도 1의 기지국(BS; 105))와 목적지(예컨대, 도 1의 가입국(110)) 사이에서 확립된다. 당업자라면 협력 중계의 배치는 소스와 목적지 사이의 병렬 릴레이들(parallel relays)의 수개 계층을 포함할 수 있다는 것을 이해할 것이다. 주어진 계층에 속하는 노드는 이전의 계층에 속하는 노드들로부터의 송신을 결합하고 패킷을 디코드하도록 시도한다. 그 후, (수신된 것과 동일한 필요는 없는) 신호를 다음 계층들로 전달한다. 예를 들면, 도 1에서 RS(115-1)는 단일 선행자(predecessor)를 가지므로 신호들을 결합할 수 없는 반면, 가입국(110-1)은 그 2개의 선행자(BS(105)와 RS(115-1))로부터의 신호를 결합할 수 있다. 각 RS(115)는 BS(105)가 MS에서 체이스 결합(Chase combining)을 인에이블하게 함에 따라서 동일한 코드워드를 전달할 수 있고, 또는 MS에서 IR(Incremental Redundancy) 처리를 인에이블하게 하는, 동일한 정보 패킷으로부터 도출된 상이한 코드워드를 전달할 수 있다.
- [0014] 체이스 결합에서, 각각의 재송신은 원래의 송신과 동일하며, IR를 갖는 재송신은 채널 인코더로부터 이용가능한 새로운 리던던시(redundancy) 비트들을 포함할 수 있다. 부분적인 체이스 결합에서, 재송신은 원래 송신의 서브셋일 수 있다. 그러므로, IR은 체이스 결합보다 나은 성능을 얻을 수 있지만, 새로운 리던던시 비트들의 세 부사항은 리시버에 통신될 필요가 있으므로 부가적인 시그널링을 필요로 한다.
- [0015] **대략적인 LLR 값들을 갖는 HARQ 프로세스**
- [0016] 링크 레벨 연구들은 완벽한 연성 정보가 없더라도, 본 발명을 구현하는 경우에 상당한 HARQ 계인을 갖는 것이 가능함을 보여준다. 특히, 평균 LLR 값(선형) 또는 기하급수적으로 평균낸(exponentially-averaged)(EESM) LLR 값과 함께 채널 비트들의 LLR들의 하드 슬라이스된 값들을 전송하는 것은 양호한 성능을 보여준다.
- [0017] 소프트 비트(soft bits)의 품질 정보와 함께 채널 비트의 하드 슬라이스된 값을 이용함으로써 양호한 성능이 얻어질 수 있다는 것이 보여졌다. 체이스 결합을 위해서, J번째 송신 후에, 동일한 코드 비트에 대응하는 상이한 송신의 비트 LLR들은 이하와 같이 누적된다.

수학식 1

$$L_{comb,i}^{(j)} = \sum_{j=1}^J L_i^{(j)}, \quad i = 0, \dots, N-1$$

[0018]

[0019] 여기서 N은 코드 비트들의 수이고 $L_i^{(j)}$ 은 j번째 송신 동안 i번째 코드 비트의 LLR이다. 그리고, $\{L_{comb,i}^{(j)}\}$ 의 스트림은 채널 디코더로 패스된다. 각각의 송신에서 각 비트의 비트 LLR이 저장될 것이 요구되므로, 상당량의 메모리가 필요하다.

[0020] IR에 대해서, 랩-어라운드(wrap-around)가 발생하지 않으면 LLR들은 그저 연쇄된다(concatenated). 랩-어라운드인 경우, 수학식 1은 반복되는 비트들에 적용될 수 있다.

[0021] 체이스 결합이 사용되는 경우, 평균 LLR 크기를 이용함으로써 결합하는 프로세스가 행해질 수 있다. 각 송신 $j, j=1, \dots, J-1$ 에 대해서, 비트 LLR들의 평균 크기가 계산되어 저장된다.

수학식 2

$$|L_{avg}^{(j)}| = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |L_i^{(j)}|$$

[0022]

[0023] 송신 J에서, i번째 비트의 LLR은 아래 수학식으로 계산된다.

수학식 3

$$L_{comb,i}^{(j)} = L_i^{(j)} + \sum_{j=1}^{J-1} \text{sign}(L_i^{(j)}) |L_{avg}^{(j)}|, \quad i = 0, \dots, N-1$$

[0024]

[0025] 평균 LLR 방법으로, 각 송신 j에 필요한 메모리는 N 비트($L_i^{(j)}$ 의 싸인에 대해서) 및 하나의 크기 ($|L_{avg}^{(j)}|, j=1, \dots, J-1$)로 감소된다. 메모리에 저장되는 것은 (N1) 크기이다. 단일 $|L_{avg}^{(j)}|, i = 0, \dots, N-1$ 로 각 $|L_i^{(j)}|$ 을 근사치로 계산하는 것으로 인해, 성능 손실이 초래된다.

[0026] IR에 대해서, 유사한 프로세스가 채용될 수 있다. 이전의 송신을 통한 LLR은 함께 평균을 내게 된다. 이하의 벡터

$$\begin{bmatrix} \text{sign}(L_0^{(1)}) |L_{avg}^{(1)}|, \dots, \\ \text{sign}(L_{N(1)-1}^{(1)}) |L_{avg}^{(1)}|, \dots, \\ \text{sign}(L_{N(J-2)}^{(J-1)}) |L_{avg}^{(J-1)}|, \dots, \\ \text{sign}(L_{N(J-1)-1}^{(J-1)}) |L_{avg}^{(J-1)}|, \\ L_{N(J-1)}^J, \dots, \\ L_{N(J)-1}^J \end{bmatrix}$$

[0027]

$$N(j) = \sum_{m=1}^j n(m)$$

[0028] 은 J 번째 송신 후에 디코딩하는데 사용되는 LLR 벡터이며, 여기서 $N(j)$ 이고, $n(m)$ 은 m 번째 송신 동안 송신된 비트들의 수이다. 랩 어라운드 가 있는 경우, 체이스 결합 방정식이 사용될 수 있다.

[0029] 평균 LLR 값에 기초한 프로세스 대신에 각 송신에 대한 유효 SNR(Signal-to-noise ratio)를 이용함으로써 유사 하지만 때때로 더 효율적인 처리가 행해질 수 있다. 일 예로서, 3개의 체이스 결합 스킴들("정기적인(regular)", 평균 LLR, EESM-평균낸 LLR)은 레이트 1/2, 및 정보 블록 사이즈 $k = 60$ 바이트인 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)와 2개의 송신으로 시뮬레이션된다. IID 레일리 페이딩 채널(Rayleigh fading channel) 및 터보 코딩 기술이 가정된다. 도 2의 시뮬레이션 결과는 평균 LLR 결합("평균 LLR을 부가"로 지칭됨)이 정확한 LLR 결합("각 비트의 LLR을 부가"로 지칭됨)으로부터 약 2.3dB 손실로 시달리는 한편, 유효 평균 LLR 결합("유효 평균 LLR을 부가"로 지칭됨)은 평균 LLR 결합으로부터 약 0.5dB을 얻는다는 것을 보여 준다. IR에 대해서(도 3 참조), 유효 평균 LLR 결합이 평균 LLR 결합 대신 사용되는 경우에도 완전한(solid) 0.5dB을 얻게 된다. 이러한 2개의 스킴들(평균 LLR 및 EESM)은 '정기적인' HARQ 결합을 실행하지 않는 한편, 예를 들어 평균 LLR 부가 스킴의 경우, 평균 LLR 값과 하드 슬라이스된 값만이 알려질 필요가 있으므로 이전의 송신에 관한 정보를 훨씬 적게 요구한다는 것에 유의한다. 후술하는 바와 같이, 이것은 협력적인 네트워크를 위한 로우-피드백(low-feedback) HARQ 스킴을 설계하는데 사용될 수 있다.

[0030] 알고리즘의 기술

[0031] 본 발명은 협력 중계를 위한 프로토콜을 제공한다. 이 프로토콜은 이 프로세스에 포함된 임의의 엔티티들에 의해 무선으로 송신될 필요가 없는 각 송신에 대해서 연성 정보를 완료하는 방법을 제공한다.

[0032] 이하의 가정이 이뤄진다.

[0033] 1. (MS로부터 BS로의) 업링크 송신이 가정된다.

[0034] 2. 단일 중계가 수반되고, 필요하면, 협력적인 HARQ 스킴이 릴레이와 BS 사이에 확립된다.

[0035] 3. 업링크와 다운링크 양쪽 모두에서 프레임의 전용 섹션이 중계 송신을 위해 예약된다고 가정된다.

[0036] 이들 가정은 단지 설명을 쉽게 하기 위해서 이뤄지는 것임에 유의한다. 예를 들면, 둘 이상의 릴레이를 갖는 협력적인 스킴으로 확장하는 것은 간단하고, 또는 다운링크 협력 중계에 대해서, 프로세스는 유사할 것이다.

[0037] 본 발명은 근사 LLR 값 처리를 갖는 HARQ 프로세스에 기초하여 협력적인 스킴을 제공한다. 본 방법은 소프트 비트들의 품질 정보와 함께 하드 슬라이스된 채널 비트들을 이용함으로써 양호한 성능이 얻어질 수 있다는 사실에 의지한다. 이 품질 정보는 예를 들어 아래와 같을 수 있다.

[0038] · 평균 LLR 값

[0039] · 유효 SNR 값

[0040] · '비닝된(binned)' 평균 LLR 값

[0041] · '비닝된' 유효 SNR 값

[0042] 도 4는 본 발명의 일부 실시예들에 따른 협력 중계 방법(400)을 도시하는 흐름도이다. 방법(400)은 특히 업링크 송신을 위한 협력 중계의 구현을 도시한다. 도시된 바와 같이, 단계 405에서 가입국(110)은 하나 이상의 데이터 패킷들을 송신한다. 다음으로, 단계 410에서 중계국(115)과 기지국(105)은 각각 가입국으로부터 전송된 송신을 수신한다. 다음으로, 단계 415에서 중계국(115)과 기지국(105)은 각각 시간 T에서 수신된 송신을 디코딩하기 위해 시도한다(최초 송신 시도). 다음으로, 단계 420에서, 시간 T'에서, 중계국(115)은 하드 슬라이스된 채널 비트들 및 LLR 품질 정보를 기지국(105)에 보낸다(대략적인 LLR 송신). 다음으로, 단계 425에서 기지국(105)은 중계국(115)으로부터 수신된 정보를 송신에 관한 저장된 정보와 결합하고 다시 한번 가입국(110)으로부터의 송신을 디코딩하도록 시도한다(협력 중계). 단계 430에서, 단계 425에서의 디코딩이 성공적이었는지 여부 가 판정된다. 디코딩이 성공적이지 않은 경우, 프로세스는 단계 405로 되돌아 감으로써 반복된다. (묵시적 부정 응답확인(implicit negative acknowledgement; NACK)) 디코딩이 성공적인 경우, 단계 435에서 기지국(105)은 가입국(110)과 중계국(115) 모두에 ACK를 전송하고 패킷의 송신이 완료된다.

[0043] 본 발명의 대안적인 실시예에서, 복수의 중계국(115-n)은 하드 슬라이스된 채널 비트들 및 LLR 품질 정보를 기

지국에 전송하는 것을 포함하는 송신(대략적인 LLR 송신)을 수신하고 처리한다. 본 실시예에서, 복수의 중계국으로부터의 복수의 수신된 정보 송신은 모두 기지국에서 결합될 것이다.

[0044] 다른 대안적인 실시예에서, 동일한 프로세스가 다운링크에 적용될 수 있다.

[0045] 다른 대안적인 실시예에서, 단계 430에서 디코딩이 성공적이지 않은 경우, 기지국은 암시적으로 NACK을 전송하기보다는 명백한 NACK를 가입국(110) 및 중계국(115)에 보낼 수 있다.

[0046] 본 발명의 다양한 실시예들에 따라서, 피드백의 양은 (업링크 송신을 위한) 중계국에서 기지국으로의 링크에 따라서 조정될 수 있다. 예를 들면, 링크가 불량인 경우, (평균 LLR 값과 같은) 단지 하나의 LLR 품질 정보 값만이 전송될 수 있다. 링크 품질이 양호한 경우, LLR들은 비닝될 수 있고, 빈(bin)당 평균 LLR 값이 전송된다. 예컨대, LLR 품질 정보 메트릭은 변할 수 있으며, 채이스 결합을 위한 유효 SNR 및 IR을 위한 평균 LLR 값일 수 있다.

[0047] 신뢰성 기반의 협력 중계 스킴

[0048] 도 5는 본 발명의 일부 실시예에 따른 협력 중계의 사용의 일 예를 도시한다. 당업자라면 LLR 기반의 협력 중계 프로토콜은 중계국(RS)에서 수신된 연성 정보의 품질을 고려함으로써 개선될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0049] 도 5에 도시된 바와 같이, 동작(500)은 단계 505에서 중계국이 가입국의 송신을 수신하면서 개시한다. 다음으로, 단계 510에서 중계국은 채널 비트 LLR들을 산출한다. 다음 단계 515에서, 중계국은 패킷을 디코딩할 것을 시도하여, RS에서 패킷이 성공적으로 디코딩되었는지 여부를 판정한다. 패킷이 성공적으로 디코딩되는 경우, 동작은 매우 높은 값의 신뢰 메트릭이 대역폭(BW) 요청에 포함되도록 설정되는 단계 520로 계속된다. 패킷이 성공적으로 디코딩되지 않은 경우, RS가 채널 비트 LLR들에 기초하여 신뢰성 메트릭을 산출하는 단계 525로 동작이 계속된다.

[0050] 단계 520와 525 모두 이후에, 단계 530에서 중계국은 BW 요청을 기지국(BS)에 보낸다. BW 요청에서, 수신된 연성 정보의 품질, 또는 신뢰성을 나타내는 단일 메트릭이 표시된다. 신뢰성 메트릭은 상기의 수학적 식에서 정의

된 바와 같이 채널 비트 LLR들의 평균 크기, $|L_{avg}^{(j)}|$ 일 수 있다.

[0051] 다음, 단계 535에서 원래 가입국의 직접 송신이 BS에서 성공적으로 디코딩되었는지 여부가 판정된다. 가입국의 직접 송신이 BS에서 미리 성공적으로 디코딩된 경우, BS가 RS로의 어떠한 BW도 승인하지 않는 단계 540로 동작이 계속된다. 가입국의 직접 송신이 미리 성공적으로 디코딩되지 않은 경우, 프로세스는 BS가 BW 요청을 처리하는 단계 545로 계속되고, 제공된 신뢰성 메트릭에 기초하여 패킷의 거의 성공적인 디코딩을 얻기 위해 BS에서 필요로 하는 채널 비트 LLR들의 부가적인 수를 결정한다. 다음, 단계 550에서 BS는 RS로의 BW를 승인하여 결정된 수의 채널 비트 LLR들을 송신한다.

[0052] BW 요청이 RS에서 성공적인 디코딩을 나타내는 경우, BS는 BW가 RS로부터 전체 패킷을 송신할 것을 승인한다. 신뢰성 기반의 메트릭은 또한 다수의 RS를 포함하는 협력 중계 스킴에서 사용될 수 있다. 이 경우에, 각 RS는 누적된 연성 정보의 신뢰성을 표시하는 BW 요청을 보낸다. 제공된 신뢰성 메트릭에 기초하여, BS는 BW가 일부 임계치를 넘는 신뢰성 메트릭으로, 리포팅 RS들의 서브셋에 채널 비트 LLR들을 송신할 것을 승인하도록 선택할 수 있다. 더욱이, BS는 가입국의 패킷의 성공적인 디코딩을 리포트하는 단일 RS에 BW를 승인할 수 있다.

[0053] 전술한 명세서에서, 특정한 실시예들이 기술되었다. 그러나, 당업자라면 이하의 특허청구범위에 서술된 바와 같이 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 다양한 수정 및 변경이 가능하다는 것을 이해한다. 따라서, 명세서 및 도면은 제한적인 의미보다는 예시적인 의미로 간주되며, 이러한 모든 수정은 본 교시의 범위에 포함되는 것으로 의도된다.

[0054] 임의의 이익, 이점, 또는 해결책들이 존재하거나 보다 자명하게 될 수 있도록 하는 이익, 이점, 문제의 해결책, 임의의 구성요소(들)는 특허청구범위의 일부 또는 전부의 중요하고, 필요하거나 필수적인 특징 또는 구성요소로서 해석되지 않을 것이다. 본 발명은 본 출원 및 발행된 특허청구범위의 모든 등가물이 계류하는 동안에는 임의의 보정을 포함하는 첨부된 특허청구범위에 의해서만 정의된다.

[0055] 더욱이 본 문서에서, 제1 및 제2, 상부 및 하부 등의 관계적인 용어는 엔티티나 액션들 사이의 임의의 실제 관계나 순서를 반드시 요구하거나 암시하지 않고 하나의 엔티티나 액션을 다른 엔티티나 액션과 구별하는 데에만 사용될 수 있다. 용어 "포함하다(comprises)", "포함하는(comprising)", "가지다(has)", "갖는(having)", "포

함하다(includes)", "포함하는(including)", "포함하다(contains)", "포함하는(containing)" 또는 그들의 다른 변형은 비배타적인 포함을 커버하도록 의도되므로, 구성요소의 리스트를 갖고, 포함하는 프로세스, 방법, 제품, 또는 장치는 그러한 구성요소뿐만 아니라 그러한 프로세스, 방법, 제품 또는 장치에 명확히 열거되거나 암시되지 않은 다른 구성요소들을 포함할 수 있다. "~을 포함하다(comprises a ...)", "~을 갖는다(has a ...)", "~을 포함하다(includes a ...)", 또는 "~을 포함하다(contains a ...)"에 의해 선행되는 구성요소는 더 많은 제약없이 구성요소를 포함하고, 갖는 프로세스, 방법, 제품, 또는 장치에서의 부가적인 동일한 구성요소들의 존재를 불가능하게 하지 않는다. 용어 "하나의("a", "an)"는 본 명세서에서 달리 명백히 언급하지 않으면 하나 또는 그 이상으로서 정의된다. 용어 "실질적으로(substantially)", "필수적으로(essentially)", "대략적으로(approximately)", "약(about)" 또는 그 임의의 다른 버전은 당업자에 의해서 이해되는 바와 같이 그에 가까운 것으로 정의되며, 하나의 비 제한적인 실시예에서 그 용어는 10% 내인 것으로 정의되며, 다른 실시예에서 5% 내인 것으로, 다른 실시예에서 1% 내인 것으로, 그리고 다른 실시예에서 0.5% 내인 것으로 정의된다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이 용어 "연결된(coupled)"은 반드시 직접적으로 기계적으로 연결되는 것이 아니라도 연결되는(connected) 것으로 정의된다. 특정한 방식으로 "구성된(configured)" 디바이스 또는 구조는 적어도 그러한 방식으로 구성되지만, 또한 열거되지 않은 방식으로 구성된 것일 수 있다.

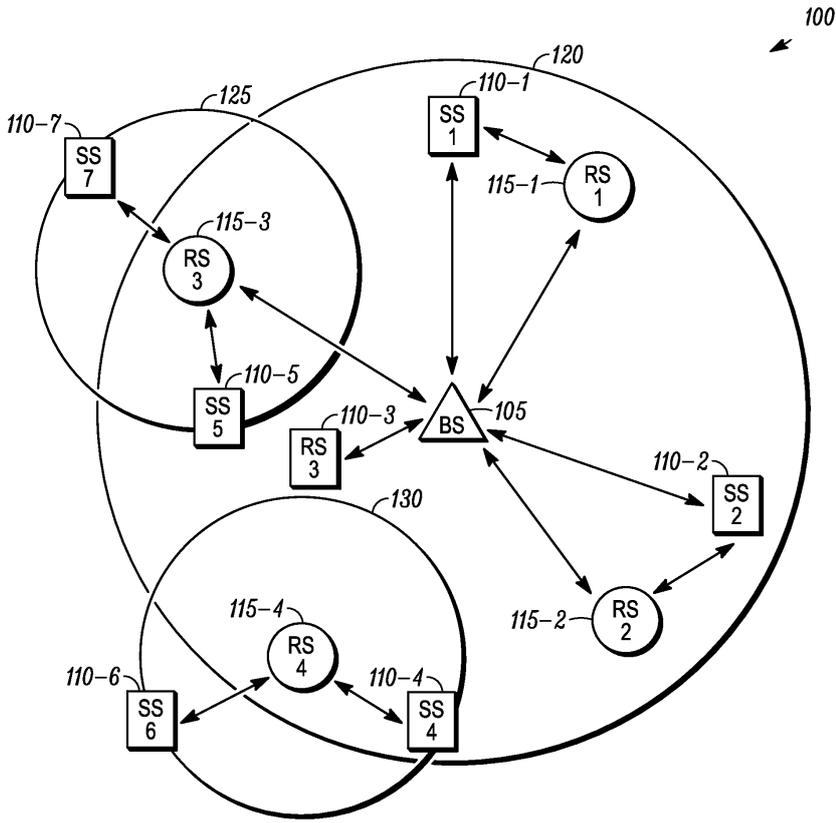
[0056] 일부 실시예들은, 본 명세서에 기술된 방법 및/또는 장치의 특정한 비프로세서 회로(non-processor circuits), 일부, 대부분 또는 모든 기능들과 결합하여, 하나 이상의 프로세서들을 구현하도록 제어하는 (소프트웨어와 하드웨어 모두를 포함하는) 마이크로프로세서, 디지털 신호 프로세서, 맞춤형 프로세서 및 FPGAs(field programmable gate arrays) 및 고유의 저장된 프로그램 명령어와 같은 하나 이상의 보다 포괄적(generic)이거나 전문화된 프로세서들 (또는 "처리 디바이스들(processing devices)")로 구성될 수 있다. 또는, 일부 또는 모든 기능들은 저장된 프로그램 명령어를 갖지 않는 상태 머신(state machine)에 의해서, 또는 하나 이상의 ASICs(application specific integrated circuits)에서 구현될 수 있으며, 각 기능 또는 특정 기능들의 일부 결합은 커스텀 로직(custom logic)으로서 구현된다. 물론 이 두 가지 접근법의 결합도 사용될 수 있다.

[0057] 더욱이, 일 실시예는 본 명세서에 기술되고 주장된 바와 같은 방법을 실행하도록 (예컨대, 프로세서를 포함하는) 컴퓨터를 프로그래밍하기 위하여 그 위에 저장된 컴퓨터 판독가능한 코드를 갖는 컴퓨터 판독가능한 기록 매체로서 구현될 수 있다. 이러한 컴퓨터 판독가능한 기록 매체의 예들은, 하드디스크, CD-ROM, 광 저장 디바이스, 자기 저장 디바이스, ROM(Read Only Memory), PROM(Programmable Read Only Memory), EPROM(Erasable Programmable Read Only Memory), EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) 및 플래시 메모리를 포함하지만 이에 한정되지는 않는다. 또한, 당업자라면 예컨대 적절한 시간, 현재의 기술, 및 경제적 고려 사항에 의해서 생긴 의미 있는 노력 및 다수의 설계 선택에도 불구하고, 최소의 실험으로 본 명세서에 기술된 개념 및 원리들에 의해서 유도될 때 그러한 소프트웨어 명령어 및 프로그램들과 IC들을 생성할 수 있다고 기대한다.

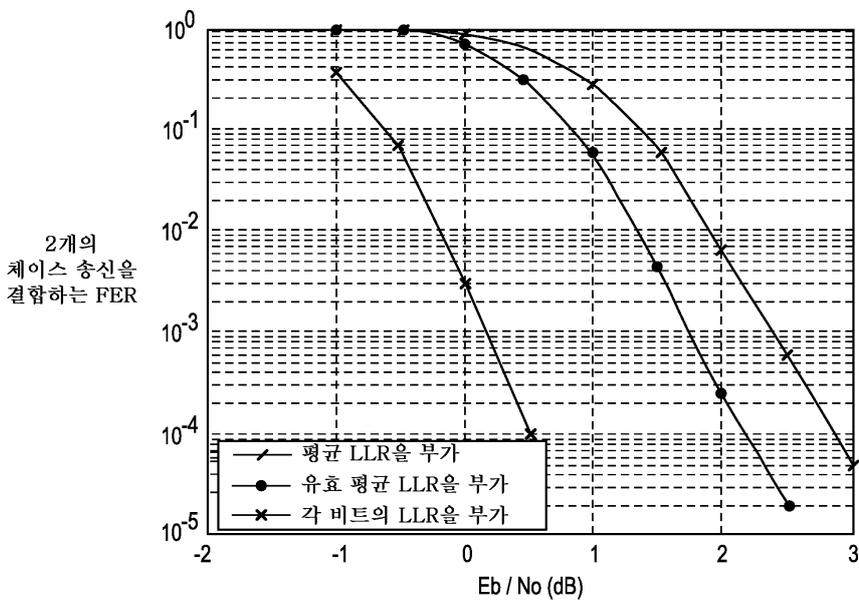
[0058] 본 명세서의 요약은 독자가 기술적 설명의 본질을 신속하게 알 수 있도록 제공된다. 본 특허청구범위의 범위 또는 의미를 해석하거나 제한하는데 사용되지 않을 것임을 이해할 것이 제안된다. 게다가, 전술한 상세한 설명에서, 다양한 특징들이 본 명세서를 간소화할 목적으로 다양한 실시예에서 함께 그룹 지어진다라는 것이 확인된다. 명세서의 본 방법은 주장된 실시예들이 각 청구항에서 명확하게 언급한 것보다 많은 특징을 요구한다는 의도를 반영하도록 해석되지는 않는다. 오히려, 이하의 특허청구범위가 반영하는 바와 같이, 진보성 주제는 기술된 단일 실시예의 모든 특징들보다 적게 차지한다. 따라서, 이하의 특허청구범위는 각 청구항이 각각 주장된 주제로서 그 자신에 기초하여 본 명세서에 상세한 설명에 포함된다.

도면

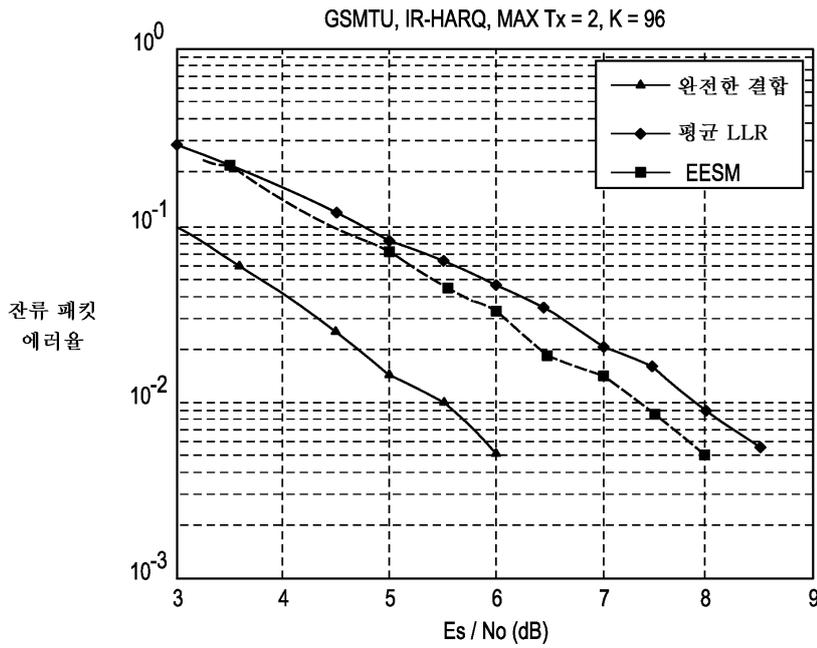
도면1



도면2

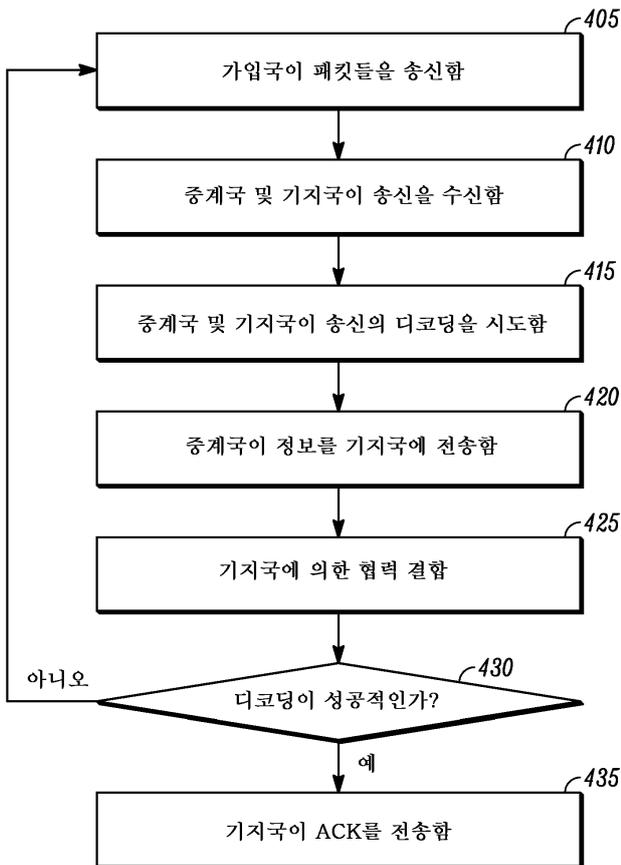


도면3



도면4

400



도면5

500

