



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년02월11일
 (11) 등록번호 10-0941340
 (24) 등록일자 2010년02월02일

(51) Int. Cl.
H04B 7/14 (2006.01) *H04B 7/15* (2006.01)
H04B 3/36 (2006.01) *H04B 7/26* (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2005-7015723
 (22) 출원일자 2004년02월23일
 심사청구일자 2007년11월09일
 (85) 번역문제출일자 2005년08월24일
 (65) 공개번호 10-2005-0101563
 (43) 공개일자 2005년10월24일
 (86) 국제출원번호 PCT/US2004/005557
 (87) 국제공개번호 WO 2004/077699
 국제공개일자 2004년09월10일
 (30) 우선권주장
 10/392,442 2003년03월17일 미국(US)
 60/449,774 2003년02월24일 미국(US)
 (56) 선행기술조사문헌
 US6501955 B1
 전체 청구항 수 : 총 35 항

(73) 특허권자
켈컴 인코포레이티드
 미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
 (72) 발명자
시미치 에밀리아
 미국 92037 캘리포니아주 라즐라 비아 마요르카 8435
패트릭 크리스토퍼
 미국 92129 캘리포니아주 샌디에고 델하우스 로드 14358
 (74) 대리인
특허법인코리아나

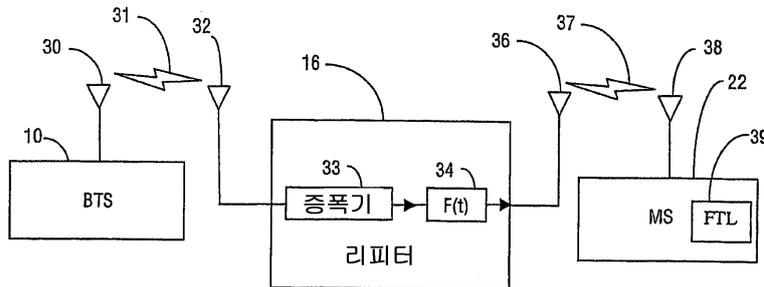
심사관 : 이정수

(54) 순방향 링크 리피터 주파수 워터마킹 방식

(57) 요약

리피터가 리피터 정보와 함께 워터마킹 중계 신호에 의해 주어지는 영역에서, 정확한 이동국의 위치 배치를 가능하게 하는 순방향 링크 리피터 주파수 워터마킹 (FLRFWM) 시스템 및 방법. 리피터는 신호가 리피터를 통과할 때마다 (고유 또는 비-고유) 고속 주파수 변조 파형 워터마크로 순방향 링크 신호를 워터마킹한다. 이동국은, AFLT 및/또는 A-GPS 시스템을 이용하여 위치 배치를 결정하는 것에 있어서 네트워크 위치 결정 엔티티 또는 이동국 위치 결정 시스템을 보조하는 리피터 정보를 결정하기 위해 순방향 링크 신호 상에서 고속 주파수 워터마크를 검출 및/또는 식별한다. 여기서 설명되는 순방향 링크 고속 주파수 워터마킹 시스템은, FL, AFLT, 및 GPS 성능, 양호한 검출, 식별 및 허위 경보 가능성, 짧은 검출/식별-시간, 및 양호한 검출/식별 감도에 대하여 최소 임팩트를 달성한다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

기지국으로부터 주파수 트래킹 루프를 가지는 이동국으로의 순방향 링크 신호를 증폭하는 리피터로서,

상기 기지국으로부터 상기 이동국으로의 상기 순방향 링크 신호를 증폭하는, 증폭기; 및

상기 순방향 링크 신호가 상기 리피터를 통과할 때, 식별 고속 주파수 워터마크를 이용하여 상기 순방향 링크 신호를 주파수 변조하는, 고속 주파수 변조기를 포함하고,

상기 워터마크는 상기 주파수 트래킹 루프가 상기 이동국에서 실질적으로 상기 워터마크를 검출하지 않도록 하는 주파수를 가지는, 리피터.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 워터마크는 비-주기적인 파형을 포함하는, 리피터.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 비-주기적인 파형은 $2T$ 의 비트 존속시간을 가지는 BPSK-, QPSK-, 및 OQPSK-인코딩된 파형 중의 하나를 포함하고, 여기서 T 는 상기 이동국 주파수 트래킹 루프의 시정수 (time constant) 보다 실질적으로 작은, 리피터.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 비-주기적인 파형은 50 Hz 이하의 진폭을 가지는, 리피터.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

T 는 상기 주파수 트래킹 루프의 상기 시정수의 $1/60$ 보다 작은, 리피터.

청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 비-주기적인 워터마크 파형은 고유 비트 시퀀스를 가지는 것에 의해 상기 리피터를 고유하게 식별하는, 리피터.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 워터마크는 $2T$ 의 주기로 실질적으로 주기적이고, 여기서 T 는 상기 이동국 주파수 트래킹 루프의 시정수 보다 실질적으로 작은, 리피터.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

T 는 상기 주파수 트래킹 루프의 상기 시정수의 $1/60$ 보다 작은, 리피터.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 고속 주파수 워터마크 진폭은 50 Hz 이하인, 리피터.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 주기적인 파형은 주기적인 사각 파형을 포함하는, 리피터.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 주기적인 사각 파형은 50 Hz 이하의 진폭을 갖는, 리피터.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 진폭은 50 Hz 인, 리피터.

청구항 13

제 7 항에 있어서,

상기 워터마크 파형은 고유한 T 값을 가지는 것에 의해 상기 리피터를 식별하는, 리피터.

청구항 14

복수의 순방향 링크 파일럿 신호를 수신하고 고속 주파수 워터마크 파형의 존재를 식별하여, 임의의 순방향 링크 신호가 중계되는지의 여부를 결정하는 이동국으로서,

상기 순방향 링크 신호를 수신하는, 수신기;

상기 순방향 링크 신호의 정확한 복조를 가능하게 하는 주파수 트래킹 루프;

파일럿을 검출하고, 상기 복수의 순방향 링크 파일럿 신호의 도착 시간을 측정하는 것을 포함하여 파일럿 위상 측정을 수행하는, AFLT 탐색기; 및

상기 워터마크를 검출 및 식별하고, 워터마크가 존재한다면, 그것에 의하여, 중계된 순방향 링크 신호를 식별하도록 구성되는 리피터 식별 시스템을 포함하고,

상기 리피터 식별 시스템은 리피터를 고유하게 식별하는 상기 워터마크 파형을 검색 (retrieve) 하기 위해 상기 워터마크에 대한 상기 순방향 링크 신호를 탐색하고, 상기 워터마크 파형은 상기 주파수 트래킹 루프가 실질적으로 상기 워터마크를 검출하지 않도록 하는 주파수를 가지는, 이동국.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 리피터 식별 시스템은,

일련의 파일럿 신호 샘플들을 축적하는 수단;

파일럿 신호 샘플들이 존재한다면, 파일럿 신호 샘플들의 연속적인 합에 관한 외적 (cross-product) 을 계산하는 것에 의해, 상기 파일럿 신호 샘플들로부터 워터마크 파형을 검색하는 수단; 및

워터마크 파형이 존재한다면, 상기 리피터를 고유하게 식별하는 상기 워터마크 파형의 주파수를 결정하기 위해, 상기 워터마크 파형의 주파수 상관을 수행하는 수단을 포함하는, 이동국.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 리피터 식별 시스템은 BPSK-변조된 워터마크 파형을 복조하는 수단을 포함하는, 이동국.

청구항 17

제 16 항에 있어서,
 상기 복조 수단은 매칭되는 필터-기반 복조기를 포함하는, 이동국.

청구항 18

제 14 항에 있어서,
 GPS 신호를 수신하는 GPS 수신기를 더 포함하는, 이동국.

청구항 19

제 18 항에 있어서,
 상기 GPS 수신기가 상기 이동국의 위치 배치를 정확하게 결정하기 위해 충분한 수의 측정치를 생성한다면, 상기 리피터 식별 시스템은 상기 워터마크에 관하여 상기 순방향 링크 신호의 탐색을 생략하는 수단을 더 포함하는, 이동국.

청구항 20

복수의 파일럿 신호의 순방향 링크로부터 이동국의 위치 배치 정보를 결정하는 방법으로서,
 파일럿을 검출하고, 상기 복수의 파일럿 신호의 가장 빠른 도착-시간 (time-of-arrival) 을 측정하기 위해 상기 이동국에서 AFLT 탐색을 수행하는 단계;
 상기 AFLT 탐색 동안에 배치되는 제 1 파일럿 신호를 선택하는 단계;
 중계 신호를 식별 고속 주파수 워터마크 파형에 대한 탐색을 포함하여, 상기 제 1 파일럿 신호 상에서 리피터 AFLT 탐색을 수행하는 것에 의해 상기 제 1 파일럿 신호를 리피터-스크리닝하는 단계로서, 상기 워터마크 파형은 상기 이동국의 주파수 트래킹 루프가 상기 이동국에서 실질적으로 상기 워터마크를 검출하지 않도록 하는 주파수를 가지는, 상기 리피터-스크리닝하는 단계;
 상기 이동국의 위치 배치를 결정하기 위해 충분한 수의 리피터-스크리닝된 파일럿 신호가 얻어질 때까지 복수의 다른 선택된 파일럿 신호에 관하여, 상기 AFLT 탐색을 수행하는 단계 및 상기 리피터-스크리닝하는 단계를 반복하는 단계; 및
 상기 이동국의 위치를 결정하기 위해 이동국 위치 결정 시스템과 네트워크 위치 결정 엔티티 중의 하나에 상기 AFLT 탐색에서 얻어진 파일럿 신호에 관한 파일럿 위상 측정치 및 리피터 정보를 제공하는 단계를 포함하는, 이동국의 위치 배치 정보 결정 방법.

청구항 21

제 20 항에 있어서,
 상기 리피터 정보는 상기 AFLT 탐색에서 얻어진 파일럿 신호가 성공적으로 리피터-스크리닝되었는지의 여부를 식별하고, 상기 AFLT 탐색에서 얻어진 파일럿 신호가 성공적으로 리피터-스크리닝되었다면, 상기 AFLT 탐색에서 얻어진 파일럿 신호가 중계되었는지의 여부를 식별하고, 그에 따라 이동국 위치 결정 시스템과 네트워크 위치 결정 엔티티 중의 하나가, 중계된 파일럿 신호로부터의 측정치 및 성공적으로 리피터-스크리닝되지 않은 파일럿 신호로부터의 측정치를 제외하는 것에 의해 상기 이동국의 위치를 결정하는, 이동국의 위치 배치 정보 결정 방법.

청구항 22

제 20 항에 있어서,
 상기 워터마크 파형으로부터 리피터 ID 를 식별하는 단계를 더 포함하는, 이동국의 위치 배치 정보 결정 방법.

청구항 23

제 22 항에 있어서,

상기 리피터 정보를 제공하는 단계는,

상기 AFLT 탐색에서 얻어진 파일럿 신호가 성공적으로 리피터-스크리닝되었는지의 여부에 대한 정보 및, 상기 AFLT 탐색에서 얻어진 파일럿 신호가 성공적으로 리피터-스크리닝되었다면, 상기 AFLT 탐색에서 얻어진 파일럿 신호가 중계되었는지의 여부에 대한 정보를 제공하는 단계와, 상기 AFLT 탐색에서 얻어진 파일럿 신호가 중계되었다면, 중계됨에 따라 식별되는 파일럿 신호에 관하여 상기 리피터 ID 를 또한 제공하는 단계를 포함하고,

그에 따라 상기 이동국 위치 결정 시스템과 네트워크 위치 결정 엔티티 중의 하나는 위치 계산에서 중계된 파일럿 신호로부터의 측정치를 포함할 수도 있는, 이동국의 위치 배치 정보 결정 방법.

청구항 24

제 22 항에 있어서,

상기 리피터 AFLT 탐색은,

AFLT 탐색기로부터 파일럿 신호 샘플들을 추적하는 단계;

연속적인 파일럿 신호 샘플들 합의 외적을 계산하는 것에 의해 상기 주파수 워터마크 파형을 검색하는 단계; 및
상기 리피터 ID 에 대응하는 상기 워터마크 파형 주파수를 결정하기 위해 주파수 상관을 수행하는 단계를 포함하는, 이동국의 위치 배치 정보 결정 방법.

청구항 25

제 22 항에 있어서,

상기 리피터 AFLT 탐색은, BPSK 에 의해 인코딩된 고속 주파수 워터마크로부터 상기 리피터 ID 를 디코딩하기 위한 매칭된 필터-기반 복조를 포함하는, 이동국의 위치 배치 정보 결정 방법.

청구항 26

제 20 항에 있어서,

상기 리피터 AFLT 탐색을 수행하는 단계에 앞서서 GPS 탐색을 수행하는 단계를 더 포함하는, 이동국의 위치 배치 정보 결정 방법.

청구항 27

제 26 항에 있어서,

상기 GPS 탐색이 상기 이동국의 위치 배치를 정확하게 결정하기 위해 충분한 수의 측정치를 생성한다면, 상기 리피터-스크리닝 단계가 생략되는, 이동국의 위치 배치 정보 결정 방법.

청구항 28

파일럿 신호가 존재한다면, 이동국에서 그 파일럿 신호로부터의 리피터 정보를 검색하는 방법으로서,

상기 파일럿 신호의 순방향 링크 상에서 중계 신호를 식별 고속 주파수 워터마크 파형에 대한 탐색을 포함하여, 상기 파일럿 신호에 대해 상기 이동국에서 리피터 식별 탐색을 수행하는 단계로서, 상기 이동국에서의 주파수 트래킹 루프는 상기 이동국에서 실질적으로 상기 워터마크를 검출하지 않도록 하는 주파수를 상기 워터마크 파형이 가지는, 상기 리피터 식별 탐색을 수행하는 단계; 및

위치 배치 결정을 위해 파일럿 위상 측정치 및 리피터 정보를 제공하는 단계를 포함하는, 리피터 정보 검색 방법.

청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 리피터 정보는 상기 파일럿 신호가 성공적으로 리피터-스크리닝되었는지의 여부를 식별하고, 상기 파일럿 신호가 성공적으로 리피터-스크리닝되었다면, 상기 파일럿 신호가 중계되었는지의 여부를 식별하여, 그에 따라 이동국 위치 결정 시스템과 네트워크 위치 결정 엔티티 중의 하나가, 중계된 파일럿 신호로부터의 측정치 및 성

공적으로 리피터-스크리닝되지 않은 파일럿 신호로부터의 측정치를 제외하는 것에 의해 상기 이동국의 위치를 결정하는, 리피터 정보 검색 방법.

청구항 30

제 28 항에 있어서,

상기 워터마크 파형으로부터 리피터 ID 를 식별하는 단계를 더 포함하는, 리피터 정보 검색 방법.

청구항 31

제 30 항에 있어서,

상기 리피터 정보를 제공하는 단계는,

상기 파일럿 신호가 성공적으로 리피터-스크리닝되었는지의 여부에 대한 정보 및, 상기 파일럿 신호가 성공적으로 리피터-스크리닝되었다면, 상기 파일럿 신호가 중계되었는지의 여부에 대한 정보를 제공하는 단계와, 상기 파일럿 신호가 중계되었다면, 중계됨에 따라 식별되는 파일럿 신호에 관하여 상기 리피터 ID 를 또한 제공하는 단계를 포함하고,

그에 따라 이동국 위치 결정 시스템과 네트워크 위치 결정 엔티티 중의 하나는 위치 계산에서 중계된 파일럿 신호로부터의 측정치를 포함할 수 있는, 리피터 정보 검색 방법.

청구항 32

제 30 항에 있어서,

상기 리피터 식별 탐색은,

파일럿 탐색기로부터 파일럿 신호 샘플들을 추적하는 단계;

연속적인 파일럿 신호 샘플들 합의 외적을 계산하는 것에 의해 상기 주파수 워터마크 파형을 검색하는 단계; 및

상기 리피터 ID 에 대응하는 상기 워터마크 파형 주파수를 결정하기 위해 주파수 상관을 수행하는 단계를 포함하는, 리피터 정보 검색 방법.

청구항 33

제 30 항에 있어서,

상기 리피터 식별 탐색은, BPSK 에 의해 인코딩된 고속 주파수 워터마크를 디코딩하기 위해 매칭된 필터-기반 복조를 포함하는, 리피터 정보 검색 방법.

청구항 34

제 28 항에 있어서,

상기 리피터 식별 탐색을 수행하는 단계에 앞서서 GPS 탐색을 수행하는 단계를 더 포함하는, 리피터 정보 검색 방법.

청구항 35

제 34 항에 있어서,

상기 GPS 탐색이 상기 이동국의 위치 배치를 정확하게 결정하기 위해 충분한 수의 측정치를 생성한다면, 상기 리피터 식별 탐색을 수행하는 단계가 생략되는, 리피터 정보 검색 방법.

명세서

[0001]

배경

[0002]

관련 출원의 크로스-참조

[0003]

2003 년 2 월 24 일에 출원된, 발명의 명칭이 "순방향 링크 리피터 주파수 워터마킹 기법 (FORWARD LINK

REPEATER FREQUENCY WATERMARKING SCHEME)" 인 미국 가출원 제 60/449,774 호에 대해 우선권을 주장하는 출원이다.

[0004]

분야

[0005]

본 발명은 전자 이동 장치의 위치를 결정하기 위해 무선 신호를 활용하는 위치 배치 시스템에 관한 것이다.

[0006]

관련기술의 설명

[0007]

GPS 를 기반으로 하는 현재의 위치 배치 기술은 알려진 시간에 신호를 송신하는 지구 궤도에서 위성 네트워크를 이용한다. 지상의 GPS 수신기는 그것이 "볼 수 있는" 상공에서의 각 위성으로부터의 신호의 도착-시간을 측정한다. 위성의 정확한 위치 및 각 위성으로부터 신호가 송신되는 정확한 시간과 함께 신호의 도착-시간은 GPS 수신기의 위치를 삼각 측량하는 데에 이용된다. GPS 수신기는 삼각 측량을 하기 위해 4 개의 위성을 필요로 하고, 탐지될 수 있는 위성의 수가 증가함에 따라 결과적인 위치 배치에 관한 성능이 증가된다.

[0008]

단지 3 개의 (또는 더 적은) 위성이 발견될 수 있는 경우에만 GPS-기반 위치 배치 결정의 한 문제점이 발생하고, 그러한 경우에는 (그리고 다른 보조적인 정보가 없으므로) GPS 수신기를 정확하게 배치하는 것이 불가능하다. 예를 들어, 만약 GPS 수신기의 상공에 대한 조망이 방해된다면 (예를 들어, 콘크리트 빌딩의 내부 깊숙한 곳에서) 수신기 위치를 결정하기 위해 충분한 GPS 측정치를 얻는 것이 불가능할 수도 있다.

[0009]

무선 통신 수신기 (즉, 이동국) 에 있어서, 현존하는 기지국의 무선 네트워크는 GPS 수신기에 관한 GPS 위성 네트워크와 유사한 방식으로 위치 배치의 목적을 위해 이용될 수 있다. 이론적으로 말해서, 각 기지국의 정확한 위치, 기지국이 송신하는 정확한 시간, 및 이동국 (예를 들어, 셀 전화기) 에의 기지국 신호의 도착-시간은 이동국의 위치를 삼각 측량하는 데에 이용될 수 있다. 이러한 기술은 고급 순방향 링크 삼각 측량 (AFLT:Advanced Forward Link Trilateration) 이라고 한다.

[0010]

AFLT 방법은 위치 배치 목적을 위해 단독으로 이용될 수도 있다; 다른 방법으로, GPS 시스템의 성능을 강화시키기 위해, 무선 통신 이동국의 현존 네트워크는 GPS-가능 이동국 (즉, GPS 및 무선 통신 수신기 모두를 포함하는 장치) 에서 위치 배치의 목적을 위해 "위성" 에 관한 2 차 네트워크로서 취급될 수 있다. GPS 알고리즘과 결합된 AFLT 기술은 합성, 또는 보조-GPS (A-GPS) 라고 한다.

[0011]

AFLT 는 각각 고유 파일럿 신호를 방출하는 복수의 무선 통신 네트워크 기지국을 이용하여 이동국의 위치를 결정하는 방법이다. AFLT 방법은, 현재의 실시형태에서, 이동국의 활성화, 후보, 및 인접 파일럿 세트에 존재하는 파일럿 신호 상에서 측정하는 것을 포함하여, 복수의 기지국 각각으로부터 파일럿 신호에 관한 복수의 데이터를 측정하는 것을 포함한다. 각각의 데이터 측정치는 각 파일럿 신호에 관한 가장 빠른 도착-시간 추정을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 데이터 측정치는 RMSE 추정, 각 도착-시간의 측정 시간, 및 파일럿 신호의 모든 분석가능 경로에 관한 에너지 측정 (예를 들어, E_c/I_o) 을 더 포함한다.

[0012]

AFLT 알고리즘에 의해 얻어지는 데이터 측정치는 이동국 위치를 결정하기 위해 단독으로 이용될 수도 있고, 다른 방법으로 하나 이상의 대표적인 AFLT 측정치는 대표적인 GPS 측정치와 함께 이동국의 위치를 결정하기 위해 이용될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서 이동국은 셀 전화기를 포함하고, 그 방법은 데이터를 얻는 것에 앞서서 셀 전화기를 셀룰러 기지국 중의 하나에 무선으로 연결하는 것을 더 포함하고, 기지국은 그로부터 데이터 측정치가 얻어질 수도 있는 영역에서 모든 셀룰러 기지국의 셀 전화기에 셀 탐색 리스트를 제공한다. GPS 시스템을 포함하는 실시형태들에서, 기지국은 또한 GPS 탐색 리스트를 제공할 수 있고, 그것은 GPS 탐색을 수행하는 데에 필요한 시간을 감소시키고 그에 따라 회복-시간 (time-to-fix) 을 감소시키는 데에 이용될 수 있다.

[0013]

실제로, 무선 네트워크에서 이용되는 리피터가 파일럿 신호의 송신 시점에 관하여 불명확성을 야기하기 때문에, (A-GPS 를 포함하여) AFLT 는 위치 배치 목적에 관하여 제한된 성공임이 판명되었다. 즉, 이동국은 수신되는 신호가 도너 기반 송수신국 (BTS; Base Transceiver Station) 으로부터 송신되는지 또는 리피터로부터 송신되는지의 여부를 쉽게 구별할 수 없다. 파일럿 신호의 송신 시점이 (예를 들어, 도너 BTS 로부터 직접 또는 리피터를 통해서) 알려지지 않았기 때문에, AFLT 측정치는 위치를 정확하게 결정하는 데에 이용될 수 없다. 또한, 리피터는, 일반적으로 수백 나노초 (nanosecond) 로부터 수십 마이크로초 (microsecond) 에 이르는 영역에서, 내부 지연을 또한 가질 수도 있고, 잠재적으로 (100 나노초에 대해) 약 24.4 미터 내지 (10 마이크로초에 대해) 약 2.44 킬로미터의 영역에서 위치 배치 에러를 야기한다.

[0014]

종래의 일 실시형태에서, 리피터 문제에 대한 해결책은 리피터가 존재하는 영역에서 모든 AFLT 측정치를 제외하는 것이다. 그러나, 이러한 해결책은 AFLT 위치 배치 및 A-GPS 의 임의의 AFLT 부분이 많은 위치에서 활용

되는 것을 완전히 불가능하게 하고, 따라서 위치 배치 유용성 및 산물을 감소시키고, GPS 탐색 창을 증가시켜, 더 긴 회복-시간을 야기한다.

[0015] 미국 특허 제 6,501,955 호에서 설명되는 바와 같이, 위치 결정을 돕기 위해 역방향 링크 상에서 시그니처 (signature) 를 도입하는 것이 제안되었다. 공교롭게도, 이동국은 위치 배치를 위해 순방향 링크로부터의 AFLT 측정치를 이용하기 때문에, RL 시그니처는 위치 배치에 대한 리피터의 효과를 완화시키는 데에 있어서 단지 제한된 지원이 될 것으로 예상된다. 이동국으로 돌아가는 순방향 링크가 (즉, 동일한 리피터를 통해) 이동국으로부터의 역방향 링크와 동일한 경로를 따를 것이라는 보증이 없으므로, 역방향 링크 시그니처는 위치 배치 목적을 위해 리피터 정보를 식별하는 차선책이 될 것으로 예상된다. 미국 특허 제 6,501,955 호에서 설명되는 바와 같이, 신호 상으로 시그니처를 도입하는 것이 또한 제안되었지만, 실제적인 해결책은 아직 밝혀지지 않았다.

[0016] **요약**

[0017] 리피터 정보와 함께 워터마킹 중계 신호에 의해 리피터가 존재하는 영역에서 위치 배치 결정을 가능하게 하는 순방향 링크 리피터 주파수 워터마킹 (FLRFWM) 시스템 및 방법이 개시된다. FLRFWM 시스템은, 리피터를 통과할 때 고속 주파수 변조 파형과 함께 순방향 링크 신호를 워터마킹하는 리피터, 및 고속 주파수 변조 파형을 검출 및 식별하는 이동국을 포함한다. 고속 주파수 워터마크는, AFLT 및/또는 A-GPS 위치 배치 시스템을 이용하여, 리피터가 존재하는 영역에서 이동국의 위치를 결정하는 데에 이용될 수도 있는 리피터 정보를 포함한다. 리피터 정보는 단순히 신호가 중계되는 것을 지시하거나, 또는 FL 신호가 통과하는 리피터를 고유하게 식별할 수도 있다. 워터마크는 순방향 링크 상에 도입되어 각 AFLT 측정이 리피터-스크리닝될 수 있고, 그것에 의하여 위치 배치에 이용된다. 순방향 링크 고속 주파수 워터마킹은 FL, AFLT, 및 GPS 성능, 양호한 검출, 식별 및 허위 정보 가능성, 짧은 검출/식별-시간, 및 양호한 검출/식별 감도에 대한 최소 임팩트를 달성한다.

[0018] 기지국으로부터 이동국으로의 순방향 링크 신호를 증폭하는 증폭기, 및 순방향 링크 신호가 리피터를 통과할 때, 식별 고속 주파수 워터마크를 이용하여 순방향 링크 신호를 주파수 변조하는 고속 주파수 변조기를 포함한다. 고속 주파수 워터마크는 주파수를 가지므로 AFLT 및 GPS 성능에 대한 역임팩트를 최소화하기 위하여 이동국에서의 주파수 트래킹 루프가 실질적으로 워터마크를 검출하지 않는다. 또한, 고속 주파수 워터마크는 FL 성능에 대한 역효과를 최소화하도록 설계된 크기를 갖는다.

[0019] 몇몇 실시형태에서, 워터마크는 2T 주기로 실질적으로 주기적인 변조 파형에 의해 정의된다. 파형의 반 주기 T 는, 예를 들어, 주파수 트래킹 루프의 시정수 (time constant) 의 약 1/60 보다 작은 것과 같이, 이동국 주파수 트래킹 루프의 시정수보다 실질적으로 작으므로, 이동국에서의 주파수 트래킹 루프는 실질적으로 워터마크를 검출하지 않는다. 몇몇 실시형태에서, 주기적인 파형은 약 50 Hz 이하의 진폭을 갖는 사각 파형일 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 주기적인 파형은 고유한 T 값을 갖는 것에 의해 고유하게 리피터를 식별하고, 따라서 이동국에서 리피터의 식별을 고려한다. 다른 실시형태에서, 모든 리피터는 동일한 T 값으로 주기적인 파형을 가질 것이고, 따라서 이동국에서 오직 리피터 검출만을 허용한다.

[0020] 몇몇 실시형태에서, 워터마크는, 예를 들어, 2T 의 비트 지속시간을 갖는 BPSK-, QPSK-, 또는 OQPSK-인코딩된 파형과 같이 비-주기적인 변조 파형에 의해 정의된다. 이러한 실시형태들에서 파형의 절반 비트 지속시간 T 는 이동국 주파수 트래킹 루프의 시정수보다 실질적으로 적으므로, 이동국에서의 주파수 트래킹 루프는 실질적으로 워터마크를 검출하지 않는다. 몇몇 실시형태에서, 비-주기적인 파형은 약 50 Hz 이하의 진폭을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 비-주기적인 파형은 고유 비트 시퀀스를 갖는 것에 의해 리피터를 고유하게 식별하고, 그에 따라 이동국에서 리피터의 식별을 고려한다. 다른 실시형태에서, 모든 리피터는 동일한 비트 시퀀스로 동일한 비-주기적인 파형을 가질 것이고, 그에 따라 이동국에서 오직 리피터 검출만을 허용한다.

[0021] 복수의 순방향 링크 파일럿 신호를 수신하고, 임의의 순방향 링크 신호가 중계되는지의 여부를 판정하기 위해 고속 주파수 워터마크 파형의 존재를 식별하는 이동국이 개시된다. 이동국은 순방향 링크 신호를 수신하는 수신기, FL 신호의 정확한 복조를 가능하게 하는 주파수 트래킹 루프, 및 AFLT 탐색기를 포함한다. AFLT 탐색기는, 복수의 순방향 링크 파일럿 신호의 도착-시간을 측정하는 것을 포함하여, 파일럿을 검출하고 파일럿 위상 측정을 수행한다. 이동국은, 만약에 있다면, FL 신호 상에서 워터마크를 검출 및/또는 식별하도록 구성되는 리피터 식별 시스템을 또한 포함한다. 리피터 식별 시스템은 워터마크 파형의 존재에 관하여 순방향 링크 신호를 탐색하는 것에 의해 FL 신호 상에서 리피터를 검출한다. 리피터 식별 시스템은 워터마크 파형의 존재에 관하여 순방향 링크 신호를 탐색하는 것, 만약 존재한다면 워터마크 파형을 검색 (retrieve) 하는

것, 및 리피터를 고유하게 식별하는 워터마크 파형의 특성을 찾는 것에 의해 순방향 링크 신호 상에서 리피터를 식별한다. 주파수 트래킹 루프는 워터마크 파형의 고속 주파수 때문에 실질적으로 워터마크 파형을 검출하지 않는다.

[0022] 이동국의 위치 배치 정보를 결정하는 방법이 또한 개시된다. 그 방법은, 리피터가 존재할 수도 있는 영역에서 복수의 파일럿 신호의 순방향 링크로부터 위치 배치 정보를 결정하는 것을 포함한다. 그 방법은 파일럿을 검출하고 복수의 파일럿 신호 중에서 가장 빠른 도착-시간을 측정하기 위해 이동국에서 AFLT 탐색을 수행하는 것에 의해 시작된다. 이동국은 그 후 AFLT 탐색 동안에 배치된 제 1 파일럿 신호를 선택하고, 리피터는, 중계 신호를 식별 고속 주파수 워터마크 파형을 탐색하는 것을 포함하여, 제 1 파일럿 신호 상에서 리피터 AFLT 탐색을 수행하는 것에 의해 제 1 파일럿 신호를 스크리닝한다. 워터마크 파형의 주파수는 이동국의 주파수 트래킹 루프가 이동국에서 실질적으로 워터마크를 검출하지 않도록 하는 주파수를 가진다. 그 방법은, 선택하고, 이동국의 위치 배치를 결정하기 위해 충분한 수의 리피터-스크리닝된 파일럿 신호가 얻어질 때까지 복수의 다른 선택된 파일럿 신호를 리피터 스크리닝하는 단계를 반복하는 것에 의해 계속된다. 마지막으로, AFLT 탐색에서 얻어진 파일럿 신호에 관한 파일럿 위상 측정치 및 리피터 정보는 이동국의 위치를 결정하기 위해 이동국 위치 결정 시스템 또는 네트워크 위치 결정 엔티티 중의 하나에 제공된다.

[0023] 리피터 탐색 동안에 얻어지는 리피터 정보는 파일럿 신호가 성공적으로 리피터-스크리닝되었는지의 여부에 관하여, 만약 스크리닝되었다면, 그 파일럿 신호가 중계되는지의 여부에 관하여 최소의 정보를 포함해야 한다. 일 실시형태에서, 리피터 정보는 파일럿 신호가 성공적으로 리피터-스크리닝되었는지의 여부에 관한 지시, 만약 스크리닝되었다면, 그 신호가 중계되는지의 여부에 관한 지시만을 포함하므로, 이동국 위치 결정 시스템 또는 네트워크 위치 결정 엔티티는 중계된 파일럿 신호 및 성공적으로 리피터-스크리닝되지 않는 임의의 파일럿으로부터의 측정치를 제외하는 것에 의해 이동국의 위치를 결정할 수도 있다.

[0024] 또 다른 실시형태에서, 만약 존재한다면, 리피터 AFLT 탐색은 워터마크 파형으로부터 리피터 ID 를 식별한다. 이 실시형태에서, 리피터 탐색 동안에 얻어지고 이동국 위치 결정 시스템 또는 네트워크 위치 결정 엔티티에 제공되는 리피터 정보는, 중계됨에 따라 식별되는 각 파일럿 신호에 관한 리피터 ID 를 또한 포함하고, 그것은 계산 위치에서 중계 신호 측정치의 이용을 허용한다.

[0025] A-GPS 가 위치 배치를 결정하기 위해 이용되는 몇몇 실시형태에서, 리피터 AFLT 탐색을 수행하는 것에 앞서서 GPS 탐색이 수행된다. 만약 위치 배치 결정에 관하여 충분한 GPS 측정치가 얻어진다면, 회복-시간을 감소시키기 위하여 리피터 AFLT 탐색은 생략될 수도 있다.

[0026] **도면의 간단한 설명**

[0027] 본 발명에 관한 보다 완전한 이해를 위해, 이제 첨부되는 도면에서 설명되는 바에 따라 실시형태들에 관한 이하의 상세한 설명이 참조된다.

[0028] 도 1 은 복수의 무선 통신 네트워크 기지국, 리피터가 배치되는 빌딩, GPS 위성, 및 사용자 보유 이동국에 관한 투시도이다.

[0029] 도 2 는 예시적인 셀룰러 기지국 커버리지 영역 구조에 관하여 나타낸 것이다.

[0030] 도 3 은 기반 송수신국 (BTS), 리피터, 및 이동국 (MS) 을 포함하는 순방향 링크 리피터 주파수 워터마킹 (FLRFWM) 시스템에 관한 블록도이다.

[0031] 도 4 는 FL 신호를 워터마킹하기 위해 주파수 변조기 (도 3) 에 의해 적용되는 변조 파형 $F(t)$ 에 관한 일 실시예를 보여주는 그래프이다.

[0032] 도 5 는 BPSK 파형을 포함하는 변조 파형 $F(t)$ 에 관한 또 다른 실시예를 보여주는 그래프이다.

[0033] 도 6 은 무선 통신 및 위치 능력을 병합하고, 리피터 식별 시스템을 포함하는 이동국의 일 실시형태에 관한 블록도이다.

[0034] 도 7 은 하나의 파일럿 상에서 수행되는 리피터 식별 탐색을 나타내는 흐름도이다.

[0035] 도 8 은 일 실시형태에서 FL 파일럿 신호로부터 리피터 ID 를 결정하기 위해 이용되는 리피터 식별 탐색을 나타내는 블록도이다.

[0036] 도 9 는 일 실시형태에서 다수의 FL 파일럿 신호 상에서 수행되는 리피터 AFLT 탐색을 나타내는 흐름도이다.

- [0037] 도 10 은 또 다른 실시형태에서 다수의 FL 파일럿 신호 상에서 수행되고, 최소 식별-시간에 관하여 최적화된 리피터 AFLT 탐색을 나타내는 흐름도이다.
- [0038] 도 11 은 리피터가 존재하는 셀룰러 커버리지 영역에서 AFLT 또는 A-GPS 시스템을 이용하여 이동국의 위치를 결정하는 방법의 일 실시예에 관한 흐름도이다.
- [0039] **상세한 설명**
- [0040] 본 발명은, 동일한 도면 부호가 동일 또는 유사한 요소를 나타내는 도면을 참조하여 이하의 설명에서 설명된다.
- [0041] **용어 및 약어의 용어집**
- [0042] 이하의 용어 및 약어는 본 상세한 설명 전반에 이용된다.
- [0043] AFLT 개선된 순방향 링크 삼각측량 (Advanced Forward Link Trilateration). 기지국으로부터의 무선 신호를 이동국에서 측정된 도달-시간 (및 선택적으로 다른 지상 측정들) 을 이용하는 위치결정 기술.
- [0044] AFLT 탐색기 시선 내에 있을 수 있는 각 기지국으로부터의 파일럿 신호 탐색을 수행하는 이동국의 일부분.
- [0045] A-GPS 지원 위성 위치확인 시스템 (Assisted Global Positioning System). GPS 의사-범위 측정에 기초한 위치결정 기술이지만, 위치를 결정하는 것을 보조하기 위해, AFLT 또는 이와 유사한 BTS 기반 위치 배치 기술을 활용한다.
- [0046] 기지국 이동국과 통신하는 유닛으로, 예를 들어 기지국은 기반 송수신국 (BTS), 이동 스위칭 센터 (MSC), 이동 위치확인 센터 (MPC), 위치 결정 엔티티 (PDE) 및 네트워크 연결을 위해 요구되는 임의의 상호작용 기능 (IWF) 를 포함한다.
- [0047] BPSK 이진 위상 시프트 변조 방식 (Binary Phase Shift Keying).
- [0048] BTS 기반 송수신국. 무선 통신 신호를 송신 및 수신하는 안테나를 포함하는 이동국과 통신하는데 이용되는 고정국.
- [0049] C/A 코드 비정밀/획득 (Coarse/Acquisition) 코드. 관측된 GPS 위성으로부터 GPS 수신기로의 측정 의사-범위 및 송신 GPS 위성을 식별하는데 이용되는, GPS 위성에 의해 송신된 주기적인 시퀀스.
- [0050] CDMA 코드분할 다중접속. 대-용량 디지털 무선 기술.
- [0051] CSM 셀 사이트 모델. 무선 기지국 장비를 위한 칩셋.
- [0052] FL 순방향 링크. 기지국 (BTS) 으로부터 이동국 (MS) 로의 송신.
- [0053] FTL 주파수 추적 루프 (Frequency Tracking Loop). FTL 는 수신 무선 신호의 캐리어를 추적하여 정확한 복조를 가능하게 함.
- [0054] GPS 위성 위치확인 시스템. GPS 위성으로의 거리 측정을 이용하여 3 차원 위치를 결정하는 기술.
- [0055] GSM 이동 통신 글로벌 시스템 (Global System for Mobile Communications).
- [0056] MS 이동국. 가입자 핸드셋 또는 무선 터미널을 기술하는데 이용되는 용어.
- [0057] MSM 이동국 모델.
- [0058] PCS 개인 휴대 통신. 1.8 내지 2.0 GHz 범위에서 동작하는 모든 디지털 셀룰러 송신.
- [0059] PDE 위치 결정 엔티티. 이동국의 위치 결정을 다루는 네트워크 엔티티.
- [0060] 파일럿 세트(활성) 이동국에 현재 배정된 순방향 트랙픽 채널과 관련된 파일럿 신호들. 이들은 로컬 기지국으로부터 이동국에 의해 수신된 가장 강한 파일럿 신호들이며, 통상적으로 동일한 파일럿 신호의 다중 경로들이다.
- [0061] 파일럿 세트(후보) 이동국에 의해 측정된 신호 강도가 "무선을 통한(over-the-air)" 소정의 임계값을 초과

하는, 이동국이 볼 수 있는 모든 신호들.

- [0062] 파일럿 세트(인접) 현재 이동국에 송신하는 기지국 근방에 있는 기지국들에 의해 송신된 모든 파일럿 신호로서, 이들은 이동국에 의해 수신될 수 있다.
- [0063] 파일럿 신호들 기지국을 식별하는 로컬 기지국으로부터 수신된 무선 신호.
- [0064] PN 코드 의사-랜덤 잡음 코드. 셀 (또는 셀 섹터) 에 대한, 확산에 대한 식별자로 이용되며, 음성 및 데이터 송신을 혼합화하기 위한 BTS 에 의해 송신된 특정 시퀀스. 또한, PN 코드는 관측된 BTS 로부터 이동국까지의 의사-범위를 결정하는데 이용된다.
- [0065] PPM 파일럿 위상 측정 (Pilot Phase Measurements). PN 코드 시프트의 측정을 포함하는, AFLT 탐색으로부터 획득된 파일럿 신호들의 측정.
- [0066] PRM 의사-범위 측정 (Pseudo-range Measurement). C/A 코드 시프트의 측정을 포함하는, GPS 위성 탐색으로부터의 GPS 위성 신호들의 측정.
- [0067] QPSK 직교 위상 시프트 변조 방식 (Quadrature Phase Shift Keying).
- [0068] 리피터 BTS 로 그리고 BTS 로부터 무선 신호를 수신, 증폭, 재송신하는 디바이스.
- [0069] RL 역방향 링크. 이동국 (MS) 에서 기지국 (BS) 로의 송신.
RMSE 제곱근 에러 (Root Mean Squared Error). RMSE 측정은 리피터 파일럿 위상에 이용된 경로의 강도에 기초한 측정의 불확실성을 제공한다.
- [0070] SNR 신호 대 잡음비 (Signal-to-Noise Ratio).
- [0071] TRK_LO_ADJ 이동국에서의 전압-제어, 온도-보상 결정 발진기 (VCTCXO). 통상적으로, 이동국에서의 모든 클록 및 주파수 기준들은 이 발진기로부터 생성된다.

[0072] **변수들의 테이블**

- [0073] 이하의 변수들은 상세한 설명 전반에서 이용된다.
- [0074] f Hz 단위의 변조 파형의 주파수.
- [0075] f_A Hz 단위의 변조 파형 진폭 (크기)
- [0076] f_c CDMA 칩 주파수 (=1.2288 MHz).
- [0077] n 리피터 ID 를 인코딩하는데 이용되는 비트들의 전체 수.
- [0078] N 특정 워터마크 방식을 이용하여 획득될 수 있는 가능한 리피터 ID 의 전체 수.
- [0079] N_{POST} 주파수 상관의 복소 회전 (complex rotation) 의 출력상에 수행되는 간섭성 축적 (coherent accumulation) 의 횟수.
- [0080] N_{PRE} 간섭성으로 축적되는, AFLT 탐색기로부터의 파일럿 신호 샘플의 수.
- [0081] T CDMA 칩에서 변조 파형의 반 주기 (Half period).
- [0082] T_c CDMA 칩 주기 (= $1/f_c$)
- [0083] T_{CPD} CDMA 칩 단위의, 외적 (cross product) 갱신 레이트.
- [0084] T_{FC} 펌웨어에서 기초 작업으로서 주파수 상관 알고리즘을 수행하는 시간.
- [0085] T_{MAX} CDMA 칩 단위의, 가장 긴 변조 파형 반 주기.
- [0086] T_{MIN} CDMA 칩 단위의, 가장 짧은 변조 파형 반 주기.

[0087] **환경**

- [0088] 도 1 은 복수의 기반 송수신국 (BTS; 10), 상단에 리피터 (16) 를 구비한 빌딩 (14), GPS 위성 (18) 및 이동국

(22) 을 휴대한 사용자 (20) 의 예상도이다.

- [0089] BTS (10) 는 이동국과 통신하는 무선 통신 네트워크의 일부로서 활용되는 기지국의 임의의 집합을 포함한다. 통상적으로, BTS 는 이동국, 예를 들어 무선 전화기가 무선 통신 네트워크 (12) 를 통해 다른 전화기에 연결 되도록 통신 서비스를 제공하나, BTS 는 개인 휴대 정보 단말기 (PDA) 와의 인터넷 연결과 같은 다른 디바이스 및/또는 다른 무선 통신 목적에도 활용될 수 있다.
- [0090] 일 실시형태에서, BTS (10) 는 CDMA 무선 통신 네트워크의 일부분이나, 다른 실시형태에서는, GSM 네트워크와 같은 다른 유형의 통신 네트워크에도 이용될 수 있다. 본 실시형태에서, BTS 들 각각은 BTS 를 고유하게 식별하는 의사-범위 시퀀스를 주기적으로 방출한다. 의사-범위 시퀀스는 수신기가 자동 추적을 하는데 유용한 일련의 비트들이다. CDMA 용어에서, 이 의사-범위 시퀀스는 여기서 이용되는 바와 같이 "파일럿 신호"라 부르며, 파일럿 신호라는 용어는 CDMA 시스템 뿐만 아니라 임의의 무선 통신 시스템에 적용될 수 있다.
- [0091] 기본적 형태의 리피터 (16) 는 증폭기를 포함하며, BTS 와 이동국 사이에 증폭된 파일럿 신호를 수신하고 재송신한다. 리피터는 부채시 겹, 간섭 및 약한 서비스가 발견되는 셀룰러 네트워크 전반에 전략적으로 위치하여 BTS 로부터 추가적인 커버리지 영역으로의 파일럿 신호를 증폭함으로써 신호 대 잡음비를 강화할 수 있다.
- [0092] GPS 위성 (18) 은 GPS 수신기의 위치 결정에 이용되는 임의의 위성들의 그룹을 포함한다. 위성들은 GPS 수신기가 검출할 수 있는 무선 신호들을 연속적으로 송신하며, GPS 수신기는, GPS 위성 C/A 코드의 로컬 복사본을 연관시키고 수신 위성 C/A 코드와의 연관을 획득할 때까지 이를 시프팅시킴으로써 위성으로부터 수신기로 무선 신호를 이동하기 위한 시간을 측정한다. 무선 신호가 이동하는 시간을 알며, 위성들이 그들의 신호를 "GPS 시간" 과 일치하는 매 ms 마다 주기적으로 방출하는 것과 동기화되어 있기 때문에, 신호들이 도달하는데 얼마나 오랜 시간이 걸렸는지를 결정함으로써 신호들이 얼마나 멀리 이동하였는지를 결정하는 것이 가능하다. 열린 공간에 위치한 사용자에게, 통상적으로 GPS 수신기는 위성들의 명확한 조망을 가지며, 따라서, 사용자가 열린 공간에 있을 때, 통상적으로 사용자는 위성으로부터 수신기로의 직접 "시선 (line of sight)" 에 있기 때문에, GPS 신호의 도달 시간을 측정하는 것은 수월하다. 그러나, 무선 통신 상황에서, 사용자는 건물 및 GPS 위치 결정이 더 어렵게 할 수 있는 다른 방해물을 가지는 도시에 위치할 수 있다.
- [0093] 도 2 는 예시적인 셀룰러 BTS 커버리지 영역 구조를 도시한다. 이러한 예시적인 구조에서, 복수의 6각형의 BTS 커버리지 영역 (24) 은 상호 간에 대칭적으로 묶인 배치로 접한다. BTS (10) 는 각 BTS 커버리지 영역 (24) 에 개별적으로 위치하며, BTS (10) 가 위치한 영역 내에 커버리지를 제공한다. 특히, 여기서 설명 목적을 위해, BTS (10a) 는 커버리지 영역 (24a) 내에 커버리지를 제공하며, BTS (10b) 는 커버리지 영역 (24b) 내에 커버리지를 제공하며, 이와 같이 계속된다.
- [0094] 이상적인 셀룰러 통신 네트워크에서, 커버리지 영역 (24) 은, 이동국이 여러 커버리지 영역들을 통해 이동할 때 이동국에 연속적인 셀룰러 커버리지를 제공하기 위해 각각 인접하도록 구성된다. 그러나, 대부분의 셀룰러 네트워크는 겹, 간섭, 및 셀룰러 커버리지에 문제점을 야기하는 다른 방해물을 가진다. 예를 들어, 터널, 차고, 및 운동 경기장과 같은 환경들은 셀룰러 서비스에 문제를 발생시킨다. 다른 예로서, 확장된 고속도로 및 시골의 커버리지는 BTS 로 유지하기에는 많은 비용이 요구될 수 있다. 따라서, 또 다른 BTS 를 설치하는 것에 비해 더 적은 비용으로 BTS 의 커버리지를 강화 또는 확장하기 위해 하나 이상의 리피터 (16) 가 커버리지 영역 내에 위치할 수 있다.
- [0095] 일 실시형태에서, 리피터 (16) 는 도 3 을 참조하여 더 상세히 설명될 바와 같이, 이동국 및 BTS 로 그리고 이동국 및 BTS 로부터 신호를 송신 및 수신하는 트랜시버 및 안테나를 포함한다. 하나의 예시적인 실시형태에서, 리피터는 수신 신호를 증폭하여 동일한 주파수 상으로 재송신한다.
- [0096] 도 2 에서, 이동국 (22) 을 휴대한 사용자 (20) 는 제 1 커버리지 영역 (24a) 에 위치한다. 이동국 (22) 은 큰 건물 (미도시) 와 같은 장애물로부터의 간섭으로 인해 충분히 강한 파일럿 신호를 수신하지 못할 수 있다. 또한, 이동국 (22) 은 상대적으로 먼 거리로 인해 제 2 BTS (10b) 로부터 충분히 강한 파일럿 신호를 수신할 수 없을 수 있다. 그러나, 리피터 (16b) 는, 부채시 서비스의 겹을 겪을 이동국 (22) 의 위치가 충분히 커버되도록 커버리지 영역 (24b) 내의 적절히 위치한다. 즉, 파일럿 신호가 제 2 BTS (10b) 로부터 송신될 때, 파일럿 신호는 리피터 (16b) 를 통해 증폭되어 이동국 (22) 에서 수신된다.
- [0097] 이동국 (22) 은, AFLT 를 포함하여 상술한 바와 같이 위치 결정 능력을 가지며, 이에 따라 이동국에 현재 배경된 파일럿 신호들 (즉, 활성 세트) 뿐만 아니라 이동국의 위치를 결정하기 위한 목적을 위한 활성 세트 위의 파일럿 신호들 역시 활용한다. 예를 들어, 일 실시형태에서, 이동국은 이동국에 의해 수신될 수 있는 파일럿

신호들의 리스트인 인접 리스트 (29) 에 존재하는 파일럿 신호들을 탐색한다. 예를 들어, 인접 리스트는 기지국으로부터 제공될 수 있다.

[0098] 인접 리스트 내의 특정 파일럿은 현재 CDMA 표준들에 따라 후보 세트 (28) (즉, 이동국에 의해 측정된 신호 강도가 "무선을 통한" 소정 임계값을 초과하는 파일럿 신호들) 또는 활성 세트 (27) (즉, 이동국에 현재 배정된 순방향 트래픽 채널과 관련된 파일럿 신호로서, 로컬 기지국으로부터의 이동국에 의해 수신된 가장 강하며, 통상적으로 동일한 파일럿 신호의 다중경호인 파일럿 신호들) 에 대해 선택될 수 있다.

[0099] 이동국 (22) 의 위치 결정에 AFLT 측정을 이용하기 위해, 파일럿 신호들은 리피터에 대해 성공적으로 스크린되어야 하며, 중계된 경우, 이동국은 어떤 리피터 신호가 도달하였는지를 결정하여야 하며, 또한 중계된 AFLT 측정들을 위치 결정 계산에서 이용하기 위해, 리피터의 위치 및 내부 지연을 알고 이용가능하게 되어야 한다.

[0100] 여기서 상술한 바와 같이, 이동국 내의 종래의 AFLT 및 A-GPS 위치확인 시스템은 중계 신호를 검출 및/또는 식별하지 않으며, 이는 리피터 커버리지를 가지는 영역에서 위치를 결정하기 위한 파일럿 위상 측정을 쓸모없게 만든다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 순방향 링크 신호를 고유하게 워터마킹할 수 있는 리피터 및 워터마킹된 중계 신호를 검출하고 식별할 수 있는 이동국이 개시된다. 이동국은 신호가 중계되었는지 여부를 검출하고 식별할 수 있으므로, 중계된 경우, 어떤 리피터 신호가 도달하였는지를 결정하여, 이동국에 의해 수신된 임의의 활성, 후보, 및 인접 파일럿 신호들이 이용하여, 정확한 위치 정보가 결정될 수 있다. 또한, 순방향 링크 신호를 워터마킹할 수 있는 리피터 및 워터마킹된 중계 신호들을 검출할 수만 있는 이동국이 개시된다. 이 실시형태에서, 이동국은 신호가 중계되었는지 여부를 검출만 할 수 있기 때문에, 모든 중계 신호들 (및 성공적으로 리피터-스크리닝된 파일럿 신호들) 은 위치 결정으로부터 배제되어야만 한다.

[0101] **설명**

[0102] **순방향 링크 리피터 주파수 워터마킹 (FLRFWM) 시스템**

[0103] 도 3 은 FLRFWM 시스템을 구현하는 통신 시스템의 블록도이다. 통신 시스템은 기반 송수신국 (BTS; 10), 리피터 (16) 및 이동국 (MS; 22) 을 포함한다. BTS (10) 는 순방향 링크 파일럿 신호 (31) 를 송신하는 안테나 (30) 를 구비한다. 리피터 (16) 는 BTS (10) 로부터 순방향 링크 신호 (31) 를 수신하는 제 1 안테나 (32), 신호를 증폭하는 증폭기 (33), FL 신호를 워터마킹하는 고속 주파수 변조기 (34), 및 워터마킹된 순방향 링크 신호 (37) 를 MS (22) 로 송신하는 제 2 안테나 (36) 를 구비한다. MS는 리피터로부터 워터마킹된 순방향 링크 신호 (37) 를 수신하는 안테나 (38) 및 FL 신호 (37) 의 정확한 복조를 가능하게 하는 주파수 추적 루프 (39) 를 구비한다.

[0104] BTS (10) 는 무선 통신을 위해 임의의 적절한 기지국을 포함할 수 있다. 일 실시형태에서, BTS 는 CDMA 네트워크를 위해 구성될 수 있으나, 다른 실시형태에서, BTS 는 TDMA 및 GSM 과 같은 다른 네트워크를 위해 구성될 수 있다. 신호를 송신하기 위해 오직 하나의 안테나 (30) 가 도시되었지만, BTS 는, 신호들을 송신 및 수신하는 하나 이상의 안테나를 포함하는 통상적인 BTS 의 구성을 가진다.

[0105] 리피터 (16) 는 원격통신 신호들을 증폭하는 증폭기 (33) 를 구비한 임의의 적절한 리피터를 포함하며, 즉, 리피터 (16) 는 BTS (10) 및 MS (22) 로 그리고 BTS (10) 및 MS (22) 로부터 원격통신 신호들을 수신하고 재송신하는 임의의 적절한 구성을 포함한다. 또한, 리피터는 예를 들어 도 4 또는 도 5 를 참조하여 더 상세히 설명될 바와 같이, 순방향 링크 신호 (31) 를 고속 주파수 변조로 워터마킹하는 주파수 변조기 (34) 를 포함한다.

[0106] 일 실시형태에서, 리피터 (16) 는 제 1 안테나 (32) 및 제 2 안테나 (36) 를 포함한다. 제 1 안테나 (32) 는 순방향 링크 신호 (31) 를 수신하는데 이용되며 제 2 안테나 (36) 는 순방향 링크 신호 (37) 를 리피터 밖으로 재송신하는데 이용된다. 도 3 의 리피터가 증폭기 및 주파수 변조기만을 도시하지만, 리피터 (16) 는 임의의 적절한 구성을 가질 수 있으며, 예를 들어 리피터는 안테나 (32, 36) 을 통해 리피터 (16) 내로 그리고 밖으로 신호들을 수신 및 재송신하도록 기능하는 트랜시버 (송신기/수신기) 를 포함할 수 있다.

[0107] 리피터는 다른 구성을 가질 수 있으며, 예를 들어 리피터는 유선 연결을 통해 BTS 와 연결될 수 있다. 하나의 이러한 예는 광 신호 (예를 들어, 광섬유) 를 수신하고 증폭하며 (그리고/또는 리셰이핑 (reshaping), 리타이밍, 주파수 시프팅, 및 재축조하며), 그리고 무선으로 (동일한 또는 상이한 주파수로) 재송신하는 광 리피터를 포함한다.

[0108] 리피터 (16) 는, 예를 들어 도 4 또는 도 5 를 참조하여 더 상세히 설명될 바와 같이, 순방향 링크 신호 (31) 를 고속 주파수 워터마킹으로 주파수 변조하는 고속 주파수 변조기 (34) 를 포함한다. 고속 주파수 워터마

크는 순방향 링크 신호를 중계 신호로 식별하며, 어떤 리피터 신호가 통과하였는지를 식별하는 고유 리피터 ID 를 식별할 수 있다. 중계된 순방향 링크 신호를 워터마킹함으로써, 그리고 중계된 순방향 신호를 고유하게 워터마킹함으로써, 특정 리피터가 파일럿 신호를 중계하는 이러한 중계된 파일럿에 대해 결정될 수 있다. 이 정보를 이용하여, 정확한 위치 결정 정보가 AFLT 및 다른 이와 유사한 위치 결정 기술을 이용하여 획득될 수 있다.

[0109] 다시 도 3 을 참조하면, 이동국 (22) 은, 리피터 (16) 로부터의 워터마킹된 순방향 링크 신호 (37) 를 포함하는, BTS 및 리피터로부터의 원격통신 신호들을 수신하는 안테나 (38) 를 구비한다. 도 7 및 도 8 을 참조하여 더 상세히 설명되는 바와 같이, MS (22) 는 FL 신호 상에서 고속 주파수 워터마킹을 검출할 수 있으며, 고속 주파수 워터마킹이 있는 경우, 신호들이 리피터로부터 도달한 것인지를 구별하고, 몇몇 실시형태 에서는, 특정 리피터가 신호를 송신하였는지를 식별하며, 이에 따라 획득될 정확한 AFLT 측정을 가능하게 하고, 설명될 바와 같이, 위치 결정 계산에 이용되게 한다. 주파수 추적 루프 (39) 는, 도 4 및 도 6 을 참조하여 더 상세히 설명될 바와 같이 고속 주파수 워터마킹을 검출할 수 없어야 한다.

[0110] **리피터 주파수 워터마킹 변조 방식**

[0111] FL 신호를 워터마킹하는데 이용될 수 있는 고속 주파수 변조 파형의 2 가지 예를 도시하는 도 4 및 도 5 에 대한 참조가 이루어진다. 도 4 는 FL 신호를 주파수 변조하는데 이용되는 주기적 사각 파형을 도시하며, 여기서 개시되는 바와 같이, 각 리피터를 고유하게 식별하는 리피터 ID 가 변조 파형의 주파수(즉, 반 주기 T 의 선택)에 의해 식별된다. 도 5 는, 각 리피터에 고유한 리피터 ID 가 이진 위상 시프트 방식 (BPSK) 을 이용하여 변조 파형에 인코딩된 FL 신호를 주파수 변조하는데 이용되는 비주기 파형을 도시한다. FL 신호를 워터 마킹하기 위해, 여러 상이한 변조 파형이 FL 신호 상에 주파수 변조될 수 있다. 예를 들어, sine 및 삼각 파형과 같은 주기 파형 및 QPSK 및 OQPSK 와 같은 비주기 파형이 이용될 수 있다.

[0112] 중계 신호를 검출하기만 하는 것이 요구되는 몇몇 실시형태에서, 이동국은, 신호가 어떤 리피터를 통과하였는지를 식별하지 않고, 신호가 중계되었는지 여부를 단순히 검출할 수 있다. 이 경우, 변조 파형의 존재가 단순히 파일럿 신호가 중계된 것을 나타내며, 부가적인 정보가 요구되지 않기 때문에, 모든 리피터는 동일한 ID 할 당받으며, 모든 중계 FL 신호에 동일한 변조 파형을 적용한다. 그러나, 중계 신호의 검출 및 식별이 요구되는 다른 실시형태에서, 변조 파형은, 이동국이 변조 파형의 존재를 검출할 뿐만 아니라 변조 파형으로부터 파일럿 신호가 어떤 리피터를 통과하였는지를 식별할 수 있도록, 각 리피터에 고유한 리피터 ID 를 포함한다.

[0113] 도 4 는, 일 실시형태에서 신호를 워터마킹하기 위해 리피터를 통과할 때, FL 신호 상에 변조될 수 있는 변조 파형 (40) 의 일례를 도시한다. 이 실시형태에서, 변조 파형의 주파수는 FL 신호를 중계하는 리피터의 고유 ID 이며, 즉 파형의 반 주기 T 는 FL 신호가 통과하는 리피터의 리피터 ID 를 나타낸다. 이 실시형태에서, 변조 파형은 진폭이 f_A 이고 주기 $2T$ (44) 를 가진 주기적 사각파 (40) 이다. 더 상세히 설명할 바와 같이, 변수 f_A (주파수 변조 파형의 진폭) 및 T (42; 파형의 반 주기) 는 FL, AFLT 및 GPS 성능에 대한 역효과를 최소화하며, 동시에 리피터 검출 및 식별 가능성을 최대화하도록 선택되어야 한다.

[0114] 파일럿 신호 상에 n 비트 워터마킹하기 위해, 각각이 $2[T_{MIN} : inc : T_{MAX}]T_C$ 초의 주기를 가진, $N = 2^n$ 파형이 정의될 수 있으며, 여기서 CDMA 칩 단위로 $2T_{MIN}$ 은 가장 짧은, $2T_{MAX}$ 는 가장 긴 변조 파형 주기를 나타내고, N 은 이 예시적인 실시형태에서 변조될 수 있는 별개의 리피터 ID 의 수를 나타내며, inc 는 N 개의 워터마크들 사이의 균일한 주파수 공간구분을 생성하도록 선택된다.

[0115] 또한, 반 주기 T (42) 는, 가장 느린 워터마크 (즉, 최대 T (T_{MAX}) 를 가진 워터마크) 가 MS 에서 주파수 추적 루프 (FLT) (도 3 의 39 에 도시)에 의해 검출되는 것을 실질적으로 피할 정도로 충분히 빠르도록 선택되어야 한다. 이와 달리, FLT 가 MS 에서 주파수 워터마크를 검출할 수 있는 경우, 이는 TRK_LO_ADJ (이동국에서, 생성될 수 있는 모든 이동국 클럭 및 주파수 기준으로부터 전압-제어, 온도-보상 결정 발진기 (VCTCXO) 를 제어하는 신호) 가 주파수 워터마크의 현재 진폭 (f_A 또는 $-f_A$) 에 의해 오프되도록 한다. CDMA 네트워크 시스템에서, 통상적으로 AFLT 탐색에 시간 추적이 구현되지 않기 때문에 이는 AFLT 측정의 정확성에 부정적인 영향을 미치는 원치않는 CDMA 코드 도플러를 야기하며, 다른 무선 통신 시스템에 구현될 때에도 이와 유사한 문제가 야기될 수 있다. 또한, A-GPS 시스템에서, 이동국은 항상 획득 모드에 있으며, TRK_LO_ADJ 는 고정 시점에서 워터마크 진폭과 반대인 TRK_LO_ADJ 의 마지막 CDMA 값으로 고정되기 때문에, 주파수 추적 루프는 GPS 프로세싱 동안 비활성으로 된다. 이러한 예러는 GPS 의사-범위 측정에서 GPS 도플러 에러로 번역되며, GPS 의

사-범위 측정의 측정 수율 및 결과적인 위치 결정의 정확성을 잠재적으로 감소시킨다.

[0116] 몇몇 실시형태에서, FL 성능의 저하를 최소화하고 (예를 들어 평균 0.2 dB 미만), 리피터 검출 및 식별 가능성을 최대화하며, 식별 시간을 최소화하기 위해, 약 50 Hz 에 이르는 진폭 f_A 를 가진 파형을 선택하는 것이 바람직할 수 있다. 고속 주파수 변조가 CDMA 네트워크 시스템에 구현된 도 4 의 파형의 하나의 예시적인 구현에서, f_A 가 약 50 Hz 이고 T 가 약 [10*64: inc : 11*64] CDMA 칩 범위이며, CDMA 칩 지속기간 또는 T_c 가 1/1.2288e6 초이고, inc 가 초기 검출에 대해 주파수에 균일한 공간구분을 생성하도록 선택되는 경우, 양호한 결과가 발견된다. 그 후, 결과값은 가장 가까운 칩×8 클록으로 절단된다. 예를 들어, 워터마크 파형의 결과적인 주파수는 균일한 간격 (약 2.815 Hz) 으로 [872.72:960] Hz 범위에 있다. 이 결과는 예 부분에서 더 상세히 설명되며, 이는 어떻게 변수 (예를 들어, f_A 및 T) 가 FL CDMA, ALFT 및 GPS 성능에 최소의 영향을 주고, 리피터 검출 및 식별 가능성을 최대화하며, 식별 시간을 최소화하도록 최적화되는지를 논의한다.

[0117] 도 4 의 실시형태에서 고속 주파수 변조는, 심볼 시간 동기화를 요하지 않기 때문에 부분적으로 바람직하다. 즉, 리피터는 특정 (n-비트) 심볼 코드가 아닌 주기적 변조 파형의 주파수 (즉, 반 주기 T) 로부터 고유하게 식별되기 때문에, 그 밖의 경우에는 비주기 변조 파형 (예를 들어, 인코딩된 n 비트 심볼 코드) 의 시작 (및 종료) 을 정확히 동기화하는 것이 요구되는 리피터에서 동기화를 제공할 필요는 없다. 또한, 이 실시형태에서 리피터 ID 가 변조 파형 주파수에 특정하게 인코딩되는 주기적 변조 파형의 원 특성으로 인해, 이 워터마크는 다른 주파수 변조 기반 워터마크 방식에 비해 페이딩에 상당히 안전하다.

[0118] 이제 FL 을 워터마크하는데 이용되는 다른 예시적인 변조 파형 (50) 을 도시하는 도 5 를 참조한다. 특히, 도 5 는 이진 위상 시프트 방식 (BPSK) 를 이용하여 FL 신호 상에 n 비트 리피터 ID 를 빠르게 주파수 변조한다. 이 실시형태에서, 각 비트 지속기간 (54) 은 2 개의 반 주기 T 에 의해 규정된다. 영 ('0'; 56) 은 파일럿 신호를 f_A 를 가진 반 주기 T 동안 변조하고, 이 후 $-f_A$ 를 가진 신호를 잔부기 T 동안 변조함으로써 생성된다. 일 ('1'; 58) 은 $-f_A$ 를 가진 FL 신호를 우선 변조하고, f_A 를 가진 신호를 2 개의 연속적인 시간 T 기간 동안 변조함으로써 생성된다. 이 워터마크 변조는 (n 비트) 심볼 시간 동기화를 요하며, 따라서 리피터는 요구되는 동기화를 획득할 시스템을 가져야만 한다. 심볼 시간 동기화가 리피터에서 고속 주파수 변조의 구현에 복잡성 및 비용을 부가할 수 있지만, 몇몇 실시형태에서, 장점이 비용에 비해 더 클 수 있으며, 변조 방식은 양호한 결과를 획득할 수 있다.

[0119] CDMA 시스템에서 몇몇 예시적인 구현이 여기에 주어지지만, 고속 주파수 변조는 TDMA 및 GSM 과 같은 다양한 무선 통신 시스템에 구현될 수 있다.

[0120] **이동국**

[0121] 도 6 은 AFLT 및 GPS-기반 위치 결정 기능을 병합하고, FL 신호 상의 워터마크를 검출할 수 있는 (즉, 신호가 중계되었는지 여부를 검출할 수 있는) 리피터 식별 시스템을 포함하는 이동국 (22) 의 일 실시형태의 블록도이다. 검출된 경우, 워터마크된 중계 FL 신호로부터 리피터 정보를 추출할 수 있다. 이 실시형태는 위치를 결정하기 위해 GPS 및/또는 AFLT 모두를 활용하지만, 다른 실시형태는 AFLT 만을 이용할 수 있다.

[0122] 도 6 에서, 무선 통신 시스템 (60) 은 하나 이상의 안테나 (59) 에 연결된다. 무선 통신 시스템 (60) 은 무선 BTS 로부터 신호를 검출하고 그리고/또는 통신하기 위해 적절한 장치, 하드웨어, 및 소프트웨어를 포함하며, FL 신호를 수신하는 수신기 (61), 및 FL 신호의 정확한 변조를 가능하게 하는 주파수 추적 루프 (FTL; 62) 를 포함한다.

[0123] 일 실시형태에서, 무선 통신 시스템 (60) 은 무선 BTS 의 CDMA 네트워크와 통신하기에 적합한 CDMA 통신 시스템을 포함하나, 다른 실시형태에서, 무선 통신 시스템은 TDMA 또는 GSM 과 같은 다른 유형의 네트워크를 포함할 수 있다.

[0124] 이동국은 제어 시스템 (63) 은 무선 통신 시스템 (60) 에 연결되며, 다른 계산 및 제어 시스템뿐만 아니라 통상적으로 표준 프로세스 기능을 제공하는 마이크로프로세서를 포함한다. AFLT 탐색기 (64) 는 무선 통신 시스템 (60) 및 이동국 제어 시스템 (63) 에 연결된다. AFLT 탐색기는 파일럿을 검출하고 이동국에서 발견한 파일럿 신호 (예를 들어, 활성, 후보, 및 인접 파일럿 세트들로부터) 에 대해 파일럿 위상 측정을 수행하며, 이러한 측정을 파일럿 위상 측정 (PPM) 데이터베이스 (65) 에 제공한다.

[0125] 제어 시스템 (63) 에 연결된 파일럿 위상 측정 (PPM) 데이터 베이스 (65) 는 AFLT 탐색기로부터 관측된 데이터

측정, 예를 들어 도착-시간, RMSE, 및 E_c/I_0 와 관련된 저장 정보에 제공된다. 파일럿 ID 는 데이터 베이스 내의 각 파일럿 신호를 고유하게 식별한다.

[0126] 이동국 내에 선택적으로 제공되는 위치 결정 시스템 (66) 은 이동국 제어 시스템 (63) 및 PPM 데이터베이스 (65) 에 연결되며, 위치 결정 시스템 (66) 은 다른 시스템 (예를 들어, GPS 통신 시스템, PPM 데이터베이스, 및 리피터 식별 시스템) 으로부터 충당된 정보 및 동작을 요구하며, 임의의 적절한 AFLT 알고리즘, GPS 알고리즘, 또는 AFLT 및 GPS 의 조합 (A-GPS) 에 의해 획득된 측정들을 이용하여 이동국의 위치를 결정하는데 요구되는 계산을 수행한다. 이를 위해, 위치 결정 시스템 (66) 은 파일럿 신호들이 활성화, 후보, 및 인접 리스트에 나열된 모든 BTS 및 리피터의 내부 지연 및 위치의 데이터베이스를 또한 포함할 수 있다.

[0127] 위치 결정 시스템 (66) 은, 네트워크 위치 결정 엔티티 (PDE) 없이 단독으로 동작할 수 있으며, 즉 MS 는 MS 의 자원에서부터의 원조 없이 그 자신의 위치를 결정할 수 있다(스탠드어론 모드; standalone mode). 또한, 위치 결정 시스템 (66) 은 네트워크 외에 상주하는 외부 PDE 와 함께 기능할 수 있고, 즉, PDE 는 GPS 탐색 리스트를 생성하는데 MS 를 원조할 수 있으며(예를 들어, GPS 책력 및 역표시를 MS 에 제공함으로써), 동시에 MS 는 위치 계산을 수행할 수 있다(MS-기반 모드). 그러나, 몇몇 다른 실시형태들에서, 이동국 제어 시스템 (63) 은 외부 PDE 로부터 GPS 획득 원조 (예를 들어, 코드 및 주파수 모두로 탐색창을 가진 GPS 탐색기) 를 수신하고, 몇몇 또는 모든 위치 결정 정보를 MS 외부의 PDE 에 전달할 수 있으며, 이는 MS의 위치를 계산하고 가능하게는 무선 통신 네트워크를 통해 위치를 MS 에 다시 송신할 수 있다. PDE 는 이동국과 통신하도록 네트워크를 통해 하나 이상의 외부 프로세싱 시스템에 상주할 수 있다. PDE 원조는 임의의 리피터 원조 정보를 예를 들어 특정 PN, 그들의 리피터 ID, 및 그들의 내부 지연 (및 위치 결정이 MS 에서 수행되는 경우, 잠재적인 그들의 위치) 상에 모든 가능한 리피터들과 같은 서비스 기지국에 이용가능한 MS 로 송신하는 것을 포함하도록 수정될 수 있다. 이는 리피터의 식별 시간을 감소시키고 따라서 고정 시간을 감소시킨다.

[0128] 사용자 인터페이스 (67) 는 사용자의 MS 와의 인터페이스를 허용하는 마이크로폰/스피커 (68), 키패드 (69), 및 디스플레이 (70) 와 같은 임의의 적절한 인터페이스 시스템을 포함한다. 마이크로폰/스피커 (68) 는 무선 통신 시스템을 이용하여 음성 통신 서비스에 제공된다. 키패드 (69) 는 사용자 입력을 위한 임의의 적절한 버튼을 포함한다. 디스플레이 (70) 는 투과형 LCD 디스플레이와 같은, 임의의 적절한 디스플레이를 포함한다.

[0129] GPS 통신 시스템 (74) 은 또한 이동국 제어 시스템 (63) 및 하나 이상의 안테나 (61) 에 연결되며, GPS 신호를 수신하고 프로세싱하기에 임의의 적절한 하드웨어 및 소프트웨어를 포함한다.

[0130] 이동국 (22) 은, 종합하여 리피터가 존재하는 무선 통신 커버리지 영역에서도 위치 결정을 위해 정확한 PPM 을 가능하게 하는 리피터 AFLT 탐색기 (73), 리피터 식별 시스템 (72) 및 선택적인 리피터 ID 데이터베이스 (71) 를 더 포함한다. 요청시, 리피터 AFLT 탐색기 (73) 는 리피터 AFLT 탐색을 정규 AFLT 탐색기 (64) 에 의해 발견되는 몇몇 또는 모든 활성화, 후보, 및 인접 파일럿 상에서 행한다. 그 후, 결과는, 리피터 식별 탐색을 행하는 임의의 적절한 하드웨어, 펌웨어 및/또는 소프트웨어를 포함하는 리피터 식별 시스템 (72) 에 송신된다. FL 신호가 어떤 리피터로부터 도달하였는지를 결정하기 위해, 리피터 식별 탐색은 중계된 신호를 검색하고, 검색된 경우, 신호 상의 워터마크를 디코딩한다. 통상적으로, 도 8 을 참조하여 논의될 바와 같이 리피터 식별 탐색은 디지털적으로 구현되지만, 다른 구현들은 다른 탐색 방법을 이용할 수 있다.

[0131] 몇몇 실시형태에서, 리피터 식별 시스템 (72) 에 연결된 리피터 ID 데이터베이스 (71) 는 선택적으로 제공되고 현재 검출 및 위치 결정을 도울 이동국에 송신할 수 있는 이동국의 근접한 중계 신호에 대한 정보를 보유할 수 있다. 리피터 ID 데이터베이스는 리피터를 식별하는 것을 원조하는데 유용할 수 있으며, 예를 들어, 리피터 ID 데이터베이스 내의 정보는, MS 의 위치를 결정하는데 중계된 파일럿 신호를 이용하기 위해, 이동국 내부의 위치 결정 시스템에 또는 MS 외부의 네트워크 위치 결정 엔티티에 송신될 수 있다. 리피터 데이터베이스 내에 저장된 정보는, 위치 결정 시스템 (66) 을 참조하여 설명되는 바와 같이 선택적으로 PDE 내의 MS 외부에 하우징될 수 있다.

[0132] **리피터 주파수 워터마킹 검출 및 식별 계획**

[0133] 이하, 일 실시형태에서 리피터 식별 탐색이 FL 신호 상의 워터마크를 검출하고 식별하는 방법을 나타내는, 리피터 식별 탐색의 흐름도인 도 7 을 참조한다. 도 9 및 10 을 참조하여 설명하면, 다중 리피터 AFLT 탐색은 일반적으로 위치 배치를 위해 충분한 리피터-스크리닝된 AFLT 측정값들을 얻어내기 위해 다중 파일럿 신호들 상에 수행될 것이며, 다만, 도 7 및 8 은 단일 파일럿 신호에 적용되는 것처럼 리피터 탐색 상에 초점을 맞출 것

이다.

- [0134] 76 에서, 복수의 파일럿 신호 샘플들이, 신호에 요구되는 프로세싱 이득을 제공하고 SNR 을 증가시키기 위해 단일 파일럿 신호에 대해 (예를 들면, 파일럿 탐색기에 의해) 축적되고, 이로써 이득의 파일럿 신호 강도들에 대한 믿을 만한 리피터 검출 및 식별을 할 수 있게 한다.
- [0135] 77 에서, 리피터 식별 탐색은, 몇몇 실시형태들에서, 워터마크로부터 리피터 ID 를 결정한다고 하더라도, FL 신호 상에 고속 주파수 워터마크 파형을 검출한다. 88 에서 도 8 을 참조하여 리피터 ID 를 결정하는 워터마크의 주파수를 결정하도록 주파수 상관을 이용하는 일 실시예를 설명한다.
- [0136] 예를 들면, 워터마크가 BPSK 고속 주파수 변조 (도 5) 에 의해 인코딩된 리피터 ID 를 포함한다면, 워터마크로부터 리피터 ID 를 검출하고 식별하는 많은 상이한 방법이 가능하며, 리피터 식별 탐색은 주파수 상관뿐만 아니라 매칭된-필터 기초한 방법을 사용할 수 있고 리피터에서 심볼 타임 동기화를 요구할 것임을 이해해야 한다. 리피터의 (식별이 아닌) 검출만이 요구되는 일 실시예에서, 워터마크 인코딩, 및 이러한 검출은 단순화될 수 있다.
- [0137] 78 에서, 리피터 탐색에 의해 수집된 리피터 정보는 적당한 프로세싱을 위해 이동국 제어 시스템 또는 PDE 로 송신된다. 몇몇의 실시형태들에서, 중계 신호의 탐색만 워터마크 (즉, 비-고유 리피터 ID) 상에 제공되는 경우에, 리피터 식별 탐색은 신호가 성공적으로 리피터-스크리닝되는지 여부 (예를 들면, 리피터 탐색이 심지어 시도되지 않은 경우, 또는 리피터 탐색이 시도는 되었지만 실패한 경우, 또는 리피터 탐색이 성공적으로 수행된 경우), 및 그러하다면, 신호가 중계되는지 여부를 지시하는 리피터 정보를 만든다. 다만, 리피터 ID 가 파형에 의해 제공된다면, 리피터 정보는 또한 발견된 파일럿 신호들이 중계되도록 워터마크 파형으로부터 추출된 리피터 ID 를 포함한다.
- [0138] 도 9 및 10 을 참조하여 달리 설명하면, 리피터 AFLT 탐색기는 이동국의 위치를 결정하도록 충분한 리피터-스크리닝된 파일럿 위상 측정값들 (PPM) 을 얻기 위해 직렬 또는 병렬로 다중 파일럿들을 실행할 수 있다.
- [0139] 이하, 리피터 식별 탐색이 순방향 링크 신호를 검사하고, 모든 가능한 리피터 ID 을 가지는 주파수 상관을 이용하는 리피터 ID 에 해당하는 워터마크 주파수를 검색하도록 구성하는 방법을 도시하는, 리피터 식별 시스템의 일 실시형태를 나타내는 블록도인 도 8 을 참조한다. 본 실시예에서, 리피터 ID 는 워터마크 주기 (2T) 내에 있고, N 은 일 실시예 변조 계획에서 변조될 수 있는 워터마크들 (리피터 ID 들) 의 독특한 숫자를 나타낸다.
- [0140] 80 에서, 리피터 AFLT 탐색기는 f_c (칩 주파수) 에서의 동-위상 (in-phase; I-phase) 및 직교-위상 (quadrature-phase; Q-phase) 파일럿 신호 샘플들을 수신하고 $N_{PRE}/2$ 파일럿 신호 샘플들의 간섭성 축적을 수행하여 높은 프로세싱 이득을 얻는다. (80 에서의) 간섭성 축적의 출력은 높은 SNR 을 가지는 느린 속도 ($f_c/(N_{PRE}/2)$) 에서 현재 파일럿 신호 샘플들을 포함한다. I- 및 Q-파일럿 신호 샘플들의 형태에서의, 결과는 참조 번호들 82, 84, 86 및 88 를 참조하여 설명될, 리피터 식별 시스템으로 송신된다.
- [0141] 82 에서, 리피터 식별 시스템은 리피터 AFLT 탐색기 (80) 으로부터 $N_{PRE}/2$ CDMA 칩 파일럿 신호 샘플 합들을 수신하고, 2 회 이상 합들을 간섭성 축적한다. 이 추가적인 간섭성 축적은 SNR 과 이와 같은 파일럿 샘플들의 프로세싱 이득을 더 증가시킨다.
- [0142] 간섭성 축적의 2 개의 세트들은 82 에서 2 개의 연속 온-타임 (on-time) 및 2 개의 연속 $N_{PRE}/2$ -CDMA-칩-지연된 $N_{PRE}/2$ 칩 파일럿 샘플 간섭성 합들 (z^{-1} 이 $N_{PRE}/2$ 칩 파일럿 샘플 합에 가해진 $N_{PRE}/2$ CDMA 칩 지연을 나타내는 경우) 에 걸쳐 온 (on) 되는 것을 알 수 있다. 이것은 (아래 설명된 것과 같은) $T_{MIN}/2$ 의 그 최대 가능 값으로부터 N_{PRE} 를 감소시키지 않고 리피터 ID 검색기 샘플링 위상 의존성을 제거하기 위해 구현될 수 있는 일 실시형태이다. 즉, $N_{PRE}/2$ 칩들에 의해 서로로부터 오프셋된 N_{PRE} 칩들 파일럿 샘플들 상에 두개의 간섭성 합들을 얻기 위해, 이 2 개의 세트들을 2 회 (하나의 지연된 및 하나의 비지연된) 간섭성 축적하는 것이 필요할 수 있다.
- [0143] 84 에서, 82 로부터의 2 개의 N_{PRE} 칩 파일럿 신호 샘플들 간섭성 합들은 ($N_{PRE}/2$ 칩들에 의해 오프셋되게) 취해지고, 동일한 프로세싱이 합들 상에 수행된다. 따라서, 이 프로세싱을 설명하기 위해서, 우리는 84 에서의

파일럿 샘플들의 상부 온-타임 N_{PRE} 칩 합 의 프로세싱에만 초점을 맞출 수 있다. 여기서, z^{-1} 은 82 로부터의 출력된 한 N_{PRE} 파일럿 샘플 합을 지연하도록 적용된 N_{PRE} CDMA 칩들의 지연을 나타낸다. 86 를 참조하여 설명하면, N_{PRE} 파일럿 신호 칩 샘플 합들의 하나의 N_{PRE} 칩 지연된 및 하나의 비-지연된 버전 (non-delayed version) 은 외적 (cross-product) 을 계산하는 신호들을 제공할 것이다.

[0144] 86 에서, 리피터 식별 시스템은 (온-타임 및 $N_{PRE}/2$ 칩 지연된 합들 모두에 대해) 84 로부터의 N_{PRE} 칩 지연된 및 비-지연된 N_{PRE} 파일럿 샘플 합들을 수신한다. 그 다음, 위터마크는, (온-타임 및 $N_{PRE}/2$ 칩 지연된 합들 모두에 대해) 84 로부터의 N_{PRE} CDMA 칩 파일럿 샘플들의 지연된 및 비-지연된 간섭성 합들의 외적을 계산함으로써 검색된다. N_{PRE} 는, $(f_c/4T_{CPD})$ 의 외적 실용 풀-인 (pull-in) 범위에 기인하여, T_{MIN} 은 T 의 최소값이고, T_{CPD} 는 CDMA 칩들에서 외적 업데이트 비율인 (그리고 N_{PRE} CDMA 칩들과 동일한) 경우에 (나이퀴스트 비율의 두배인) $T_{MIN}/2$ 넘지 않게 제한된다.

[0145] 도 8, 86 에서, 외적들의 2 개의 세트들은 상술한 이유로 간섭성 축적의 2 개의 세트들을 후속하는, $N_{PRE}/2$ 칩들에 의해 오프셋된 N_{PRE} 간섭성 합들 상에 병렬적으로 도시되는 것을 알 수 있다. 다음으로, 이 2개의 외적들의 출력은, (예를 들면, f_c 가 CDMA 칩 주파수이고 1.2288 MHz 와 같은 경우에, $2f_c/N_{PRE}$ 에서 샘플링된) 합성된 주파수 위터마크를 검색하도록 $f_s=2f_c/N_{PRE}$ 에서 스위치에 의해, 시간 다중 송신되거나 정렬될 것이다.

[0146] 88 에서, 리피터 식별 시스템은, 만약에 86 으로부터의 경우조차, 고속 주파수 위터마크를 검색하고 그로부터 리피터 ID 를 추출하기 위해 모든 가능한 리피터 ID 들을 가지는 주파수 상관을 수행한다. 필수적으로 주파수 상관기는, 가령, 일 실시형태에서 그 차래에서 리피터 ID 를 식별하는 경우 조차도, 주파수 위터마크 파형의 주파수 콘텐츠를 얻는다.

[0147] 88 에서 도시된 것처럼, 주파수 상관기는, 순방향 링크 주파수 위터마크 (FLRFWM) 검출 및 식별을 달성하도록 M 비-간섭성 축적들 전에 N_{POST} 연속 복소 회전 출력들 상에서 간섭성 축적과 함께, N 가능 위터마크 파형 주파수들을 가는 N 복소 회전들을 실행한다. 즉, N 결과 에너지들의, 세트 임계치보다도 강한 최고 에너지가 상승 피크로서 선택되고, 이 상승 피크에 대한 복소 회전을 수행하는데 사용되는 주파수는 리피터 위터마크 파형 주파수 $(1/(2T))$ 로 정의된다. 그러므로, 그 숫자 (1 내지 N) 는 리피터 ID 를 정의한다. N 결과 에너지들의 어떠한 에너지도 상승 피크 표준을 만족하지 못하면 (예를 들면, 에너지가 모두 세트 임계치 미만), 어떠한 위터마크 파형도 FL 신호 상에 제공되지 않고, 그러므로, FL 신호는 중계되지 않는다. 일 실시형태에서, 주파수 상관은 N -포인트 FFT (고속 푸리에 변환; fast Fourier transform) 알고리즘을 포함한다.

N -포인트 FFT 알고리즘이 FFT 수행하는데 필요한 시간과 이와 같은 식별을 위한 시간을 줄이기 때문에, N -포인트 FFT 알고리즘 (예를 들면, 이 실시형태에서의 32-포인트 FFT) 를 수행하는 것은 전체 N_{POST} FFT (예를 들면, 여기서는 $2*1364$ 포인트) 를 수행하는 것보다 유리하다. 위터마크가 N 개의 독특한 주파수들만을 가질 수 있기 때문에, N -포인트 FFT 가 충분하고, 따라서 전체 주파수 공간의 오직 작은 부분만을 차지한다. 이것은 리피터 ID 가 위터마크 파형 주기 ($2T$) 내에 있고 가능한 유일의 리피터 ID 들의 전체 숫자 N 는 파일럿 신호마다 제공되는 (예를 들면, 도 4 의 파형) 일 실시형태에서 리피터 ID 를 추출하는데 사용될 수 있는 단순한 하나의 예시적인 알고리즘이라는 것을 알 수 있다. 다만, 대안적인 실시형태들이 다른 알고리즘을 사용하여 이 예시적인 위터마크 파형 또는 다른 위터마크 파형들로부터 리피터 정보를 추출하는 것을 이해해야 한다.

[0148] **리피터 AFLT 탐색 방법들**

[0149] 도 9 및 10 은 이동국의 위치를 결정하기 위해 충분한 리피터-스크리닝된 파일럿 위상 측정값 (PPM) 을 얻도록 다중 파일럿들 상에서 리피터 탐색들을 수행하기 위한 2 개의 대안적인 실시예의 방법들을 나타내는 흐름도이다. 많은 가능한 리피터 탐색 방법들이 있지만, 이 명세서에서는 단지 2 개의 방법들만을 나타내는 것을 알 수 있다. 예를 들면, A-GPS 시스템에서, 단지 하나 또는 2 개의 추가적인 PPM들이 (GPS 로부터의 PRM 과 조합으로) 위치 배치를 결정하는데 필수적일 수 있다는 것을 결정할 수 있고, 따라서, 리피터 탐색은 하나 또는 두 개의 최상의 파일럿 신호들만을 검사하는 훨씬 단순한 방법론이 요구될 수 있다

[0150] 도 7 및 8 은 이동국이 단일 파일럿 신호로부터 리피터 정보를 추출하는 방법을 나타내는 반면에, 도 9 및 10

은 파일럿 신호들을 선택하는 단계, 각 파일럿 신호 상에 리피터 식별을 실행하는 단계, 및 충분한 측정값이 사전-결정 및/또는 이동국의 마지막 위치를 결정하기 위해 얻어질 때까지 프로세스를 반복하는 단계를 포함하는 리피터 AFLT 탐색 및 식별 방법들을 나타낸다.

- [0151] 이하, 이동국 내에 리피터 식별 시스템이 리피터 탐색을 수행하는 방법을 나타내는, 리피터 탐색을 수행하는 방법의 흐름도인 도 9 를 참조한다.
- [0152] 90 에서, 정규의 AFLT 탐색은 모든 파일럿 신호들 상에서 실행된다 (예를 들면, 활성이고, 후보이고, 인접한 세트들로부터 실행)
- [0153] 92 에서, 효율적으로 동작들을 시작하기 위해서, 정규의 AFLT 탐색으로부터의 "최상의 (best)" 검출된 파일럿이 결정된다. "최상의" 파일럿 신호의 선택은 파일럿 강도 (E_c/I_0), RMSE, 등과 같은, 정규의 AFLT 탐색의 결과 상의 임의의 적당한 표준에 기초하여 만들어지며, "최상의" 파일럿은 실제의 요소 및 설계 표준에 의존하여, 최고의 E_c/I_0 , 최하의 RMSE, 등을 가지는 파일럿일 것이다.
- [0154] 94 에서, 리피터 식별 탐색은 상기 도 7 및 8 을 참조하여 설명한 것처럼, 선택된 파일럿 상에서 실행된다.
- [0155] 96 에서, 이동국은, 충분한 리피터-스크리닝된 PPM (즉, 사전 결정의 목적으로 또는 MS 의 최종 위치를 결정하기 위한 충분한 리피터-스크리닝된 PPM) 이 리피터 탐색으로부터 얻어졌는지 여부를 결정한다.
- [0156] 97 에서, 충분한 리피터-스크리닝된 PPM 이 얻어지지 않았다면, 추가적 파일럿 (들) 은 리피터 스크리닝을 위해 선택될 필요가 있다.
- [0157] 98 에서, 다음 "최상의" 파일럿은 상기 참조 번호 92 에서 설명한 것처럼 선택된다. 충분한 파일럿 측정값들이 리피터 ID 상태에 대해 탐색될 때까지 이 프로세스는 다음 최상의 파일럿 신호를 가지는 단계들 94 및 96, 등을 반복하는 루프에서 계속되어서, 사전-결정 또는 최종-결정에 대한 MS 위치를 정확하게 결정한다.
- [0158] 99 에서, 충분한 숫자의 PPM 이 리피터 정보에 대해 스크린될 때, 리피터 AFLT 탐색이 완료되고, 이 명세서 다른 곳에서 (도 6, 66 에서) 설명된 MS 위치 결정 시스템 또는 PDE 와 같은, 이동국의 위치를 프로세싱하기 위해 결과는 적당한 시스템으로 송신된다. 참조 번호 78 및 119 를 참조하여 보다 상세하게 설명하면, 리피터 정보는, 시호가 성공적으로 리피터-스크리닝되었는지 여부 (예를 들면, 리피터 탐색이 시도조차 되지 않는 경우, 또는 리피터 탐색이 시도는 되었으나 실패한 경우, 또는 리피터 탐색이 성공적으로 수행된 경우), 신호가 중계될 때 검출되는지 여부, 및 몇몇 실시형태에서, 중계된 신호와 연관된 고유 리피터 ID 를 의 표시를 포함할 수 있다.
- [0159] 이하, 리피터 식별 프로세스를 달성하는 시간을 바람직하게 줄일 수 있는, 다중 파일럿들에 대한 리피터 탐색을 수행하기 위한 대안적인 방법을 나타내는 도 10 을 설명한다. 이 방법은 높은 E_c/I_0 을 가지는 강한 파일럿에 대해, 리피터 식별 프로세스가 낮은 E_c/I_0 을 가지는 강한 파일럿에 대해서와 동일한 길이를 취할 필요는 없고, 또 동일한 식별 수행 (예를 들면, 동일한 실패 알람 및 식별의 타깃 가능성) 을 유지할 필요는 없다는 사실이 유리하다. 따라서, 리피터 식별 탐색 감도는 식별하는 시간을 개선하도록 변형될 수 있고, 높은 E_c/I_0 시나리오들을 위한 빠른 응답을 제공하기 위해 얕고 깊은 탐색들이 디커플링될 수 있다.
- [0160] 이 실시형태에서, 리피터 식별 시스템은 또 정확한 사전-결정 또는 최종-결정 위치 배치 결정에 필요한 정규의 AFLT 탐색으로부터 많은 "최상의" 파일럿 상에서만 리피터 식별을 수행하지만, 리피터 식별 프로세스 그 자체는 이제 파일럿 신호 강도 (E_c/I_0) 에 기초하여 짧아지도록 허용된다.
- [0161] 100 에서, 정규의 AFLT 탐색은 활성이고, 후보이고, 인접한 세트로부터 모든 파일럿 신호들 상에서 실행되고, 정규의 AFLT 탐색의 L 최상의 결과들은 리피터 식별 시스템으로 송신되어서 그 리피터 AFLT 탐색을 수행한다. "최상의" 파일럿 신호의 선택은 파일럿 강도 (E_c/I_0), RMSE 등과 같은 정규의 AFLT 탐색의 결과 상의 임의의 적당한 표준에 기초하여 만들어지며, "최상의" 파일럿은 실제의 요소 및 설계 표준에 의존하여, 최고의 E_c/I_0 , 최하의 RMSE, 등을 가지는 파일럿일 것이다.
- [0162] 101 에서, 리피터 식별 시스템은 L 최상의 파일럿들의 세트에서 제 1 파일럿을 선택한다.
- [0163] 102 에서, 각 파일럿은 E_c/I_0 깊이를 변화시키고 이와 같은 탐색 횟수를 변화시키는 4 개의 리피터 식별 탐색들을 가지고 탐색되어지도록 그 E_c/I_0 강도에 기초하여 4 개의 파일럿 강도 그룹들 ($S_{1,2,3,4}$) 로 그룹핑된다.

그룹핑은 다음과 같이 달성될 수 있다. 임계치들 ($Th_{1,2,3,4}$) 은 (Th_1 이 가장 강하고, Th_4 이 가장 약한 E_c/I_0 임계치로) 세팅되고, 제 1 파일럿에 대한 E_c/I_0 측정치와 제 1 임계치 (Th_1)를 비교하고, 임계값을 초과하여 발견된 경우에는 그룹 S_1 에 배치되고, 그렇지 않으면, 파일럿은 다음으로 Th_2 와 비교하고 임계치를 초과하여 발견된 경우에는 S_2 에 배치되고, 이런 식으로 반복된다.

- [0164] 103 에서, 많은 파일럿들이 정규의 AFLT 탐색으로부터의 L 최상의 결과치에 남아있다면, 루프는 모든 L 최상의 파일럿들이 그룹핑될 때까지 계속된다.
- [0165] 104 에서, 가장 짧고 가장 얇은 리피터 식별 탐색 S_1 은 병렬적으로 S_1 가장 강한 그룹에서 모든 파일럿들 상에서 먼저 수행된다. 4 개의 파일럿 강도 그룹들 ($S_{1,2,3,4}$) 의 각각이 변하는 E_c/I_0 깊이 및 이에 따른 변하는 탐색 횟수를 가지는 것을 알 수 있다. 따라서, 리피터에 대해 스크린될 필요가 있는 정규의 AFLT 탐색에서 검출된 모든 L "최상의" 파일럿들이 높은 E_c/I_0 (예를 들어, $>Th_1$) 을 가진다면, 리피터 식별은 임의의 깊은 탐색들을 수행해야할 것 없이 달성될 것이며 (예를 들면, 모든 파일럿들이 가장 얇고 이와 같이 가장 짧은 탐색 S_1 을 가지는 리피터 ID 에 대해 탐색됨), 따라서, 리피터 식별 프로세스를 달성하는데 필요한 시간을 감소시킨다.
- [0166] 105 에서, 충분한 리피터-스크리닝된 파일럿 위상 측정값들 (즉, 리피터-스크리닝된 PPM) 이 MS 의 위치를 결정하도록 얻어진다면, 더 이상의 리피터 탐색은 필요하지 않다.
- [0167] 106 에서, 리피터 탐색 (즉, 단계 104) 은, 모든 파일럿들이 리피터 정보에 대해서 스크린될 때까지 또는 충분한 리피터 측정치들이 사전-결정 및/또는 최종 위치하는 MS 에 대해서 획득될 때까지, 탐색 그룹에서 임의의 남겨진 파일럿들 상에서 반복된다.
- [0168] 107 에서, 단계 104 내지 106 은, 더 이상 탐색 그룹들이 없을 때까지 (예를 들면, 이 실시예에서는 $i=4$), 남아있는 그룹 ($S_{2,3,4}$) 상에서 반복된다.
- [0169] 108 에서, 충분한 리피터 측정치들이 획득되거나 어떠한 탐색 그룹들이 남아있지 않은 후에, 프로세싱은 완료되고 정당한 측정치는 MS 의 사전-결정 또는 최종-결정 (위치 결정) 을 위해 송신될 수 있다.
- [0170] 몇몇의 실시형태들에서, 다른 바람직한 응답 품질 값들이 요구되는 리피터 탐색 감도, 타깃 가능성들, 기대/이익 (scope/yield) 및 최대의 허용되는 식별하는 시간으로 구성되는, 바람직한 응답 품질의 내용은 결합될 수 있다. 이 방식으로, 초기 미처리 위치 (즉, 사전-결정) 및 최종 위치 결정 (즉, 최종-결정) 리피터 탐색을 위한 다른 바람직한 응답 품질 값들을 가질 수 있어서, 이 둘 사이에 다른 최대의 식별하는 시간 요구를 허용한다. 또한, 마찬가지로 최종 결정을 위한 다른 바람직한 응답 품질 값을 가질 수 있어서, 리피터 검출 프로세스 상에 다양한 유형의 애플리케이션의 요구를 가능한 다르게 하는 것을 허용한다.
- [0171] 바람직한 응답 품질 값은 최대 식별하는 시간의 합계뿐만 아니라, 리피터 탐색이 수행되는 파일럿의 최대 및 최소 숫자와 같은 다양한 다른 리피터 탐색 파라미터들의 선택과 $S_{1,2,3,4}$ 탐색 E_c/I_0 감도를 지시하는 타깃 검출 프로세스 에러 가능성을 세팅할 것이다. 또한, 탐색 검출 임계치들 ($Th_{1,2,3,4}$) 이 정규의 AFLT 탐색으로부터의 획득된 결과들 및 요구되는 바람직한 응답 품질 파라미터들에 기초하여, 리피터 탐색마다 동적으로 조정될 수 있어서, 총 식별하는 시간을 더 감소시킨다. 예를 들면, 바람직한 응답 품질이 최대 허용되는 식별하는 시간에 대해 세팅되지만, 리피터에 대해 스크린될 필요가 있는 모든 AFLT 측정값들이 높은 E_c/I_0 가진다면, AFLT 리피터 탐색 세션에서의 임계치 ($Th_{1,2,3,4}$) 가 동적으로 조정되어야만 하므로 어떠한 깊은 탐색도 수행되지 않고, 따라서 실제 식별하는 시간을 감소시킨다.
- [0172] 다음 섹션에서 보다 상세히 설명하면, 프로세싱 시간 (MIPS) 를 절약하고 결정하는 시간을 짧게하기 위해, 리피터 탐색들 (및 이와 같은 리피터 식별) 은 필요할 때만 즉, 사전-결정에 대해서만 또는 (A-GPS 가 수행되는 중이라면) GPS 탐색이 위치를 결정하도록 충분한 GPS 측정값을 리턴하지 않을 때에 대해서만, 수행될 수 있다. 하나의 위치 배치 방법은 도 11 를 참조하여 설명한다.
- [0173] **FLRFWM 을 이용하여 위치를 결정하는 실시예의 방법**
- [0174] 도 11은 리피터가 제공되는 셀룰러 적용 영역에서 AFLT 또는 A-GPS 를 이용하여 이동국의 위치를 결정하는 일 실시예의 방법의 흐름도이다. 위치를 결정하는 많은 다른 방법들이 이 명세서에서 개시된 리피터 식별 시스템

템을 이용하여 구현될 수 있는 것을 명백할 것이다.

- [0175] 110 에서, 셀룰러 BTS 인접자들의 탐색 리스트가 획득된다. 셀 탐색 리스트가 리스트 상에 셀룰러 기지국들 으로부터 파일럿 신호들을 탐색하는데 사용될 수 있고, 리스트 상에 기지국의 파일럿 신호들을 탐색에서 유용한 정보를 포함할 수도 있다.
- [0176] 셀 탐색 리스트는 다양한 방법으로 얻어질 수 있다. 하나의 단순한 실시형태에서, 셀 탐색 리스트는 셀룰러 시스템에서 모든 가능한 파일럿 신호들을 포함한다. 다만, 모든 가능한 파일럿 신호들을 탐색하는 것은 바람직하지 않은 양의 시간을 소비할 수 있다. 일 실시형태에서 시간을 절약하기 위해, 이동국과 통신하는 로컬 셀룰러 기지국은, 각 파일럿 신호를 탐색하는 탐색 창들을 포함하는, 이동국에 대한 셀 탐색 리스트를 제공할 수 있다. 만약, 리스트에서 PN 상의 모든 가능한 리피터, 그 아이디, 및 그 내부 지연들 (그리고, 위치 배치는 MS 에서 수행되는 경우에, 잠재적으로 글 위치들) 과 같더라도, 셀 탐색 리스트는 또한 서비스 기지국에 유효한 임의의 리피터 보조 정보도 포함하도록 변형될 수 있다. 이것은 리피터 식별하는 시간과 이러한 결정하는 시간의 감소에 도움을 줄수 있다.
- [0177] 112 에서, AFLT 측정치들은 셀 탐색 리스트 상의 각 셀룰러 BTS 로부터 파일럿 신호들 중에서 취해진다. 파일럿 신호의 강도가 통신을 만들기에 불충분한 경우조차, 파일럿 신호는 검출되고 도달의 시간 및 다른 품질을 측정할 수 있는 충분한 강도를 또한 가진다는 것을 알 수 있다.
- [0178] 일 실시형태에서, AFLT 측정치들은 가장 빠른 도달의 시간 (TOA; time-of-arrival) 추정치, 가장 빠른 TOA 를 제공하는 경로의 RMSE 추정치, 및 파일럿 신호에 대해 E_c/I_0 를 업데이트하는 데에 사용되는 파일럿 신호의 모든 해결가능한 경로들에 대한 E_c/I_0 추정치를 포함한다. 측정치는, 각 파일럿 신호가 복수의 관련된 측정치들에 연결되는, 도 6 에서 도시된 것과 같은 PPM 데이터베이스에 저장될 수 있다.
- [0179] 114 에서, GPS 위성 탐색 리스트가 얻어질 수 있다. 이것은 위치 결정을 얻는 충분한 위성을 위치하는데 필요한 시간을 감소시키도록 위성을 찾는 GPS 시스템에 의해 사용될 수 있는 탐색 리스트를 유리하게 제공하는, 선택적인 동작이다. 대안적으로, GPS 시스템은 하늘 전체를 단순히 탐색하지만, 이러한 전체 하늘 탐색은 일반적으로 더 긴 시간을 소비한다.
- [0180] 116 에서, GPS 측정치는 적당한 GPS 절차에 따라 얻어진다. 일 실시형태에서, GPS 통신 시스템은 충분한 GPS 신호들을 얻는데 요구되는 시간을 크게 감소시킬수 있는, 리스트에서 특정되는 탐색창들 상에서 볼 수 있는 위성 리스트에서 특정되는 위성을 먼저 찾는다.
- [0181] 117 에서, MS 는 충분한 GPS 측정치가 위치 배치를 결정하도록 획득되는지 여부를 결정한다. 충분한 측정치가 얻어진다면, MS 에서 추가적인 프로세싱을 초래할 이유가 없고, 프로세싱은 그에 관한 셀룰러 통신에서 제외하고 MS 내에 위치하는 위치 결정 시스템 또는 MS 외부의 네트워크에 위치하는 PDE 둘 중 하나로 (리피터 탐색이 수행되지 않은 것을 표시하는 리피터 정보 및 정규의 AFLT 탐색으로부터의 가능한 PPM 뿐만 아니라) 정당한 가상-범위 측정치들을 제공하도록 흐름도에서의 119로 간다. 위치 결정 시스템 또는 PDE 는 GPS 측정치를 처리하고 MS 의 위치 배치를 리턴한다. 충분한 측정치가 획득되지 않았다면, 리피터 AFLT 탐색 (118) 은 하기 118 를 참조하여 설명하는 것과 같이, 도 9 또는 10 을 참조하여 설명하는 것처럼 실행된다.
- [0182] 118 에서, 리피터 AFLT 탐색은 도 9 또는 도 10 를 참조하여 보다 상세하게 설명되는 바, 정규의 AFLT 탐색 도중에 획득되는 파일럿 신호들 상에서 수행된다. 리피터 탐색은 정규의 AFLT 탐색에서 이미 발견된 파일럿들 상에서 수행되기 때문에, 탐색은 작은 탐색 창들 상에서 수행되고, 탐색기는 동시에 탐색들을 할 수 있다. 최근 탐색 기술을 기초하면, 약 1 내지 8 의 파일럿들은, 타겟 이동국 모뎀 (MSM; mobile station modem) 에 의존하여, 병렬로 리피터에 대해 조사될 수 있다.
- [0183] 119 에서, GPS 탐색으로부터의 가상-범위 측정치 (PRM), 정규의 AFLT 탐색으로부터의 파일럿 위상 측정치 (PPM), 및 리피터 (AFLT) 탐색으로부터의 리피터 정보는, 관련된 무선 통신에서 제외하고, MS 내에 위치한 위치 결정 시스템 또는 MS 외부에 위치한 PDE 로 제공될 수 있다. MS 위치 결정 시스템 또는 PDE 는 MS 위치 배치를 획득하도록 이 측정치들을 모두 프로세싱한다.
- [0184] 일 실시형태에서, 중계 신호의 용량만의 검출이 워터마크 내에서 제공되는 경우에 (즉, 고유 리피터 ID 가 없음), 리피터 탐색에 의해 수집된 리피터 정보는 신호가 성공적으로 리피터-스크리닝되는지 여부 (예를 들면, 리피터 탐색이 시도조차 되지않은 경우, 또는 리피터 탐색이 시도는 되었지만 실패한 경우, 또는 리피터 탐색이 성공적으로 수행되었는 경우), 그러하다면, 신호가 중계되는지 여부를 표시할 것임을 알 수 있다. 이 실시

형태들에서, 다음으로, MS 위치 결정 시스템 또는 PDE 는 성공적으로 리피터-스크리닝된 신호 또는 중계 신호에 대해 PPM 측정치들을 제외함으로써 MS 의 위치를 결정하는 것을 선택할 수 있다.

[0185] 몇몇의 실시형태들에서, 리피터 ID 가 워터마크 파형 내에 제공된다면, 임의의 신호들이 중계되는 경우에, 리피터 탐색에 의해 수집된 리피터 정보도 또한 워터마크 파형으로 추출된 리피터 ID 를 포함할 것임을 알 수 있다.

이 실시형태들에서, MS 위치 결정 시스템 또는 PDE 는 포함되는 중계 신호들의 PPM 을 가지는 이동체의 위치를 계산하도록 식별된 리피터들에 대한 정보 (예를 들면, 그 위치 및 내부 지연) 에 대한 정보를 이용할 수 있다.

[0186] 보다 정확한 GPS 보조 정보 (보다 작은 GPS 창) 을 만드는 목적으로 AFLT 측정치들을 기초로 하여 초기 미처리 위치 (즉, 사전-결정) 의 계산을 수반하는 흐름들 (flows) 을 소환하기 때문에, "리피터 (repeater)" AFLT 탐색은, 보다 정확한 GPS 탐색창들을 제공하기 위해 사전-결정 계산에서의 정규의 AFLT 탐색 측정치들을 이용하기 전에 수행되어야 한다는 것을 알 수 있다.

[0187] **FLRFWM 의 실시예의 구현**

[0188] 일 실시형태에서, FLRFWM 은 위치 배치 수행을 최적화하도록 CDMA 시스템에 적용된다. 잘못된 알람 가능성 (PFA), 미스된 검출의 가능성 (P_{MISSDET}), 및 약 10^{-2} 의 미스된 식별 가능성 (P_{MISSID}) 와 같은 정당한 타깃 에러 이벤트 가능성에 대한, 실시예의 구현의 결과는 약 358 마이크로초 (ms) 에서 약 -16.9 dB, 약 712 ms 에서 -19.2 dB, 약 1.423 초에서 -21.2 dB, 및 약 2.844 초에서 -23.1 dB 로 내려간 파일럿들에 대한 FL 주파수 워터마크의 식별을 포함한다.

[0189] 이 실시예의 구현에서, FM 변조기에 의한 순방향 링크 신호에 적용되는 변조 파형은, 이 실시예의 구현에서 f_A 가 50 Hz 이고, T 는 인 $[10*64:inc:11*64]$ 칩 범범위일 때, 진폭이 $\pm f_A$ 이고 주기가 2T 인 주기적인 사각파이다. 증가치 인크 (inc) 는 쉬운 검출을 위해 주파수에 워터마크들의 균일한 스페이싱을 달성하도록 선택되고, 그 다음, 값은 가장 근접한 칩×8 클록에 잘려지는 것을 알아야 한다. 이 실시예에서, 워터 마크 파형의 결과 주파수들은 약 2.815 Hz 의 균일한 분할을 가지는 약 872.72 Hz 내지 960 Hz 의 범위 내에 있고, 주파수 워터마크에 기인한 FL CDMA 수행에서 최소의 손상이 달성된다.

[0190] 제한은 이 실시예가 시스템에서 다르게 구현되는 몇몇 제공하는 알고리즘을 요구하는, 리피터 ID 의 제한된 숫자 (예를 들어, 32) 에 대해서만 수행될 수 있다는 것을 알 수 있다. 따라서, FLRFWM-기반 계획은 제공 계획이 구현되기 어려울 수 있는 경우이거나 리피터의 수가 순방향 링크 고속 주파수 워터마크-기초한 계획이 지지할 수 있는 것 이하로 성장할 수 있는 경우에서의 개인 리피터들에 대한것보다, 캐리어가 리피터 배치 (deployment) 의 일부로서 제공하는 알고리즘을 수행하는 경우에서의 캐리어 배치된 섹터 리피터들에 대해 보다 적당할 수 있다.

[0191] 가장 느린 리피터 워터마크가 주파수 트래킹 루프들의 시상수의 약 1/60 의 최대치 T (T_{MAX}) 를 가지기 때문에, 요구되는 것처럼, 주파수 트래킹 루프는 주파수 워터마크 파형을 탐지하지 않고 있다는 것도 알 수 있다. 결과 ac 리플 (ripple) 는 (GPS 주파수에서 약 2.5 Hz 와 동등한) PCS 주파수에서 약 ± 3.0 Hz 이고, 따라서, 워터마크는 GPS 또는 AFLT 수행 중 하나를 크게 임팩트하지 않는다.

[0192] 실시예의 구현은 도 8 를 참조하여 설명되는 리피터 ID 검출기를 사용한다. 외적의 2 개의 세트들은, 검출기 SNR 에서 결과 패널티를 지불해야만 하지 않고 리피터 ID 검출기 SNR 샘플링 위상 의존성을 줄이기 위해, 그 최대 가능치로부터 N_{PRE} 를 감소시키는 것 외에 $N_{\text{PRE}}/2$ -칩들에 의해 오프셋된 N_{PRE} -칩 간섭성 합 상에서 병렬로 완료된다는 것을 알아야 한다. N_{PRE} 은, 관심있는 파일럿 E_c/I_0 강도의 범위 상에 타깃 오류 알람, 검출 및 식별 가능성들에 필요한 프로세싱 이득을 최대화하기 위해 $T_{\text{MIN}}/2$ (예를 들면, 실시예의 구현에서 5*64 CDMA 칩) 의 최대 가능 값으로 세팅된다. 최대 N_{PRE} 상의 설계 제한은, T_{CPD} 가 이 명세서 다른 곳에서 설명한 것처럼 CDMA 칩들에서 외적 업데이트 비율인 경우 $f_c/(4T_{\text{CPD}})$ 강제의 외적 실제 폴-인 범위에 기인한다. 주파수 상관기는 FL 주파수 워터마크를 식별하도록 32 개의 리피터 IF 주파수들 상에서 실행된다. $2*1364$ 의 복소 회전 후의 간섭성 축적 길이는 주파수 빈 (bin) 크기가 주파수 (여기서 2.815 Hz) 에서 리피터 시그니처 분할을 해결할 수 있게 충분히 작도록, N_{POST} 를 위해 선택된다. 이 값 아래의 N_{POST} 를 증가시키는 것은 (아래에 설명될 것처럼, N_{PRE} 에서 증가보다 크게 작은) 프로세싱 이득을 다소 증가시킬 것이고, 다만, 가능한한 결정하는

시간을 증가시킨다.

[0193] 마지막으로, $E_c/I_0 = -16.9$ dB 의 감도에 대해, 오직 하나의 비-간섭성 측적이 필요하고 (즉, $M=1$), $E_c/I_0 = -19.2$ dB 에 대해서는 $M=2$ 이 필요하며, $E_c/I_0 = -21.2$ dB 에 대해서는 $M=4$ 이 필요하고, $E_c/I_0 = -23.1$ dB 에 대해서는 $M=8$ 이 필요하다.

[0194] 작은 탐색 창들 상에서 탐색하고 있다고 가정하면, 정규의 AFLT 탐색에서 이미 발견된 파일럿을 재탐색하고 TFC 에 의해 정의된 배경 태스크로서 32 개의 리피터 ID 주파수들 상에 주파수 상관과 외적을 수행할 시간을 고려하고 있기 때문에, 식별하는 시간은 파일럿마다 약 $(N_{PRE}N_{POST}M + T_{FC})$ 칩들일 것이다. 따라서, T_{FC} 가 약 2ms 라고 가정하는 경우에, 검출하는 시간은 -16.9 dB 의 E_c/I_0 감도를 가지는 탐색 S_1 에 대해서, 파일럿마다 약 358ms 가 된다.

[0195] 식별할 시간 및 프로세싱 시간 (MIPS) 을 절약하기 위해서, 리피터 탐색은 필요할 때, 즉, AFLT-기초한 사전-결정이 요구될 때마다, 그리고 GPS 탐색이 기지국의 위치를 결정하도록 충분한 측정치를 리턴하지 못할 때 최종-결정 중에, 수행될 수 있다.

[0196] 비-간섭성 합산의 개수는 초기-결정 및 최종-결정 (즉, 초기 및 최종 AFLT x 탐색들) 중에 상이할 수 있고, 요구된다면, 이미 언급한 것처럼 정규의 AFLT 탐색 및 요구되는 바람직한 응답 품질의 결과에 기초하여, 동적으로 조정될 수도 있다. 짧고, 적은 감도의 리피터 AFLT 탐색은 사전-결정 중에 수행될 수 있고, 짧거나 긴/높은 감도의 리피터 AFLT 탐색은 요구되는 바람직한 응답 품질 및 정규의 AFLT 의 결과들을 기초하여, 필요할 때, 최종 결정 동안 수행될 수 있다. 리피터 식별 탐색은 도 10 에 나타난 방법에 따를 수 있다.

[0197] 워터마크와 그 특성에 대한 변조 파형의 선택은, AFLT 과 GPS 수행뿐만 아니라 FL 수행 상의 최소 역 임팩트, 최대 검출 및 식별 가능성, 및 최소 식별하는 시간의 4 개의 모순되는 조건들을 만족하도록 설계된다.

[0198] FL 수행 상의 임팩트를 최소화하기 위해, 워터마크는 FL CDMA SNR 에서 최소 손상을 만들도록, 즉, T_{MAX} 및 f_A 의 최소화를 통해 위상 편차를 최소화함으로써 평균 손실이 0.2 dB 을 초과하지 않도록 설계될 수 있다. 추가적으로, GPS 및 AFLT 수행 상의 최소 역 임팩트가 이 명세서 다른 곳에서 설명한 것처럼, 워터마크가 FTL 에 의해 검출될 수 없도록 변조 파형에 대한 T_{MAX} 의 충분히 작은 값을 선택함으로써, 주파수 트래킹 루프들이 주파수 워터마크 파형을 탐지하고 있지 않은 것을 보장함으로써 달성될 수 있으며, 즉, 평균에 어떤 기여와 분산에 최소의 기여가 FTL 에서 발견되어야 하고 피크-투-피크에서의 최대 증가는 약 수 Hz 보다 크지 않다.

[0199] T 의 최대치 (T_{MAX}) 및 주파수의 진폭 (f_A) 의 선택은 2 개의 모순된 요구들을 조화하도록 설계되며, 즉, f_A 및 T_{MAX} 를 최소화하는, FL CDMA, AFLT 및 GPS 수행 상에 손상을 최소화하는 반면에 최상의 검출 및 식별 가능성을 위해 f_A 및 T_{MAX} 를 최대화한다. 예를 들면, FL 수행 상에 워터마크 파형의 역효과를 최소화하기 위해, T_{MAX} 는 $11*64$ 칩들이 되고 f_A 는 기껏해야 +/-50Hz 가 되도록 선택되며, 이 최대 허용 값은 리피터 검출 및 식별 가능성을 최대화하기 위해 이 파라미터들에 대해 선택되었다. 이 T_{MAX} 는, (가장 빠른 시상수가 -3.0 dB 의 PCS 파일럿을 트래킹하도록 정의된 경우) FLT 의 가장 빠른 시상수의 약 1/60 이어서, GPS 주파수에서 $2T_{MAX}$ 의 주기를 가진 가장 느린 변화하는 워터마크 파형에 대해서 최악의 경우 결과 변동은 +/- 2.5 Hz 이고, 최악의 경우 CDMA 코드 도플러는 GPS 및 AFLT 수행 상의 최소 역 임팩트를 만드는, 약 +/- 3.0 Hz 이다.

[0200] T_c 가 CDMA 칩 주기 $=1/f_c$ 이고, E_c 는 CDMA 칩 상의 파일럿 에너지이고, σ_n 은 파일럿 샘플의 노이즈 표준 편차이고, α 는 dB 에서 이상적인 경우로부터의 코로스-곱 출력 파워에서 손실이고, k 가 인접한 외적 노이즈 샘플들의 상관에 기인한 노이즈 분산에서 증가인 경우에, 비-간섭성 스테이지의 입력에서 리피터 ID 탐색 출력 SNR 은 대략

$$SNR_{repIDsearch} \approx 10 \cdot \log \left((\pi \cdot T_c)^2 \cdot \frac{\alpha}{k} \cdot N_{POST} \cdot N_{PRE}^4 \cdot f_A^2 \cdot \frac{E_c^2 \cdot \text{sinc}^4(f_A \cdot T_c \cdot N_{PRE})}{\sigma_n^2 \cdot (\sigma_n^2 + N_{PRE} \cdot E_c \cdot \text{sinc}^2(f_A \cdot T_c \cdot N_{PRE}))} \right)$$

[0201]

[0202] 와 같다.

[0203] 또한, 리피터 ID 검출기 출력 SNR 의 증가가 검출 및 식별 가능성의 증가를 만들 것이라는 것을 알아야 한다.

이 표현으로부터 리피터 ID 검출기 SNR 에서의 가장 큰 증가는 f_A 증가에 후속하는, N_{PRE} 증가에 의해 달성될 수 있는 것이 명백하다.

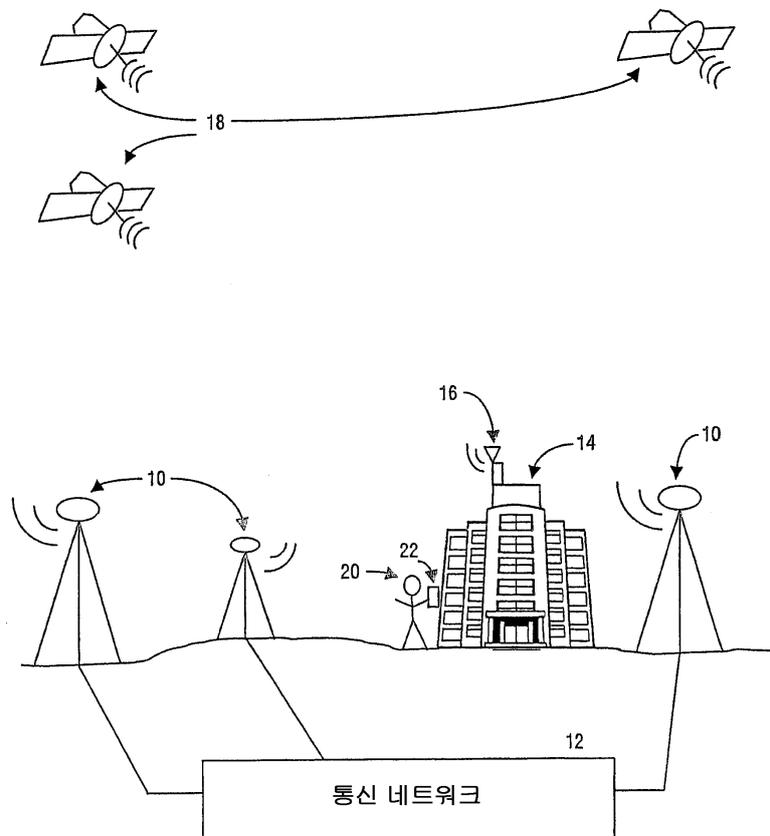
[0204] 위터마크 파형의 주파수 상의 설계 상한 (T_{MIN} 상의 하한) 은 검출 가능성 및 식별하는 시간의 균형을 맞추는 것에 의해 선택될 수 있다. 최소 식별하는 시간을 위해, T_{MIN} 이 최소화되어야 하는 반면에 최대 리피터 ID 검출 가능성을 위해, T_{MIN} 은 최대화되어야 한다. 즉, T_{MIN} 이 검출기 SNR 을 결정할 것이지만 최대 가능 N_{PRE} 를 부가할 것이다. 나이퀴스트 비율에서 가장 빠른 위터마크 파형의 샘플링을 보장하기 위해, 최대 N_{PRE} 은 T_{MIN} 에서 세팅되어야 한다. 추가로, T_{CPD} 가 외적 업데이트 비율 이고 N_{PRE} CDMA 칩들과 동일한 경우에, $f_C/(4T_{CPD})$ 의 외적 판별회로의 실제 풀-인 범위는 최대 N_{PRE} 를 제한한다. 즉, 최대 위터마크 주파수, $f_{MAX}=f_C/(2T_{MIN})$ 는 외적 실용 풀-인 범위의 에지 (edge) 를 초과하지 않아야 하며, 결과적으로 N_{PRE} 의 최대치는 $T_{MIN}/2$ 이다. N_{PRE} 는, 그 차례에서, 상술한 것처럼, 리피터 ID 검출기 SNR 상에 최대 임팩트를 가질 것이다. 이 실시예의 구현에서, 상기 고려들은 결합되고 최선의 전반적인 T_{MIN} 는 약 $10*64$ 칩이다.

[0205] 당업자들은, 이 교시들의 관점에서, 대안적인 실시형태들이 발명의 사상 또는 범위로부터 벗어나지 않고 구현될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 발명은, 오직, 상기 명세서 및 첨부된 도면들과 관련하여 볼 때 이러한 실시형태들과 변형들 모두를 포함하는, 아래의 청구범위에 의해서만 제한되어야 한다.

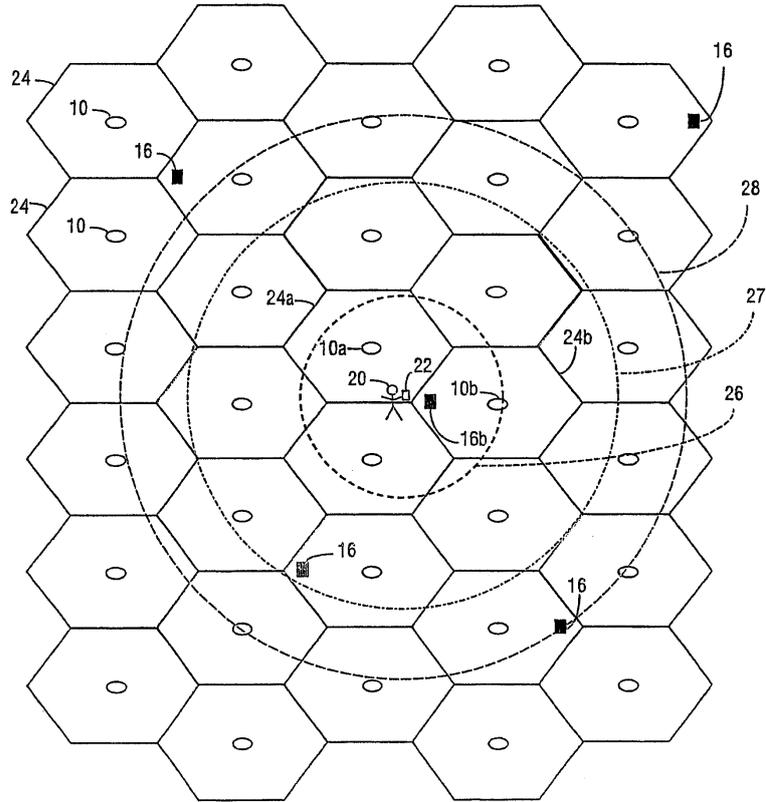
[0206]

도면

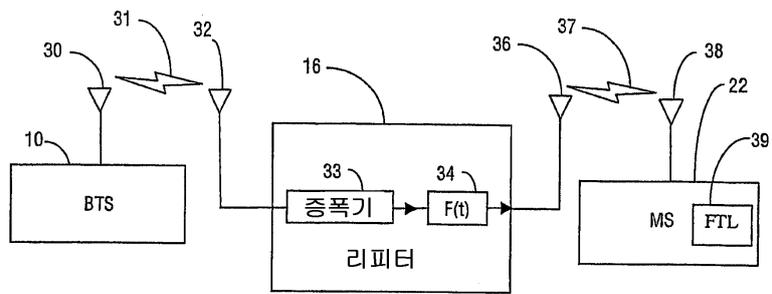
도면1



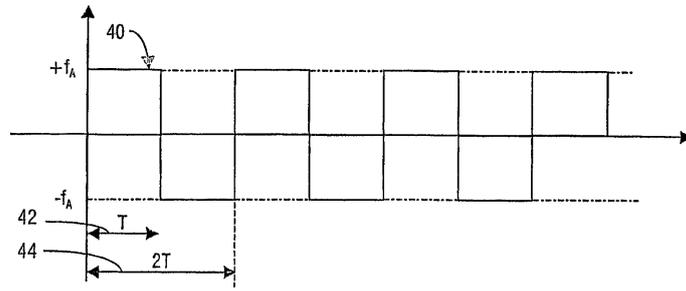
도면2



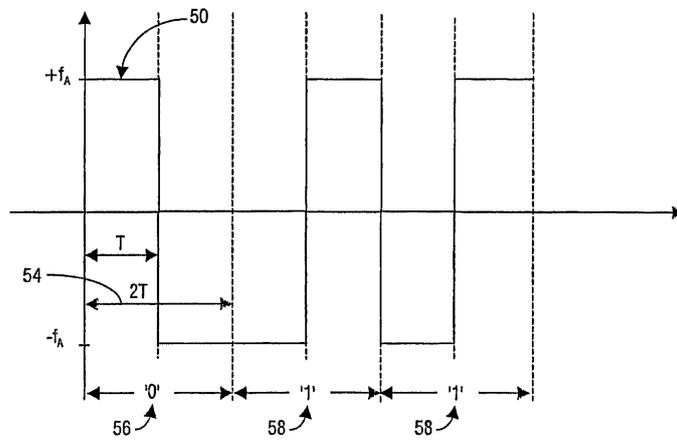
도면3



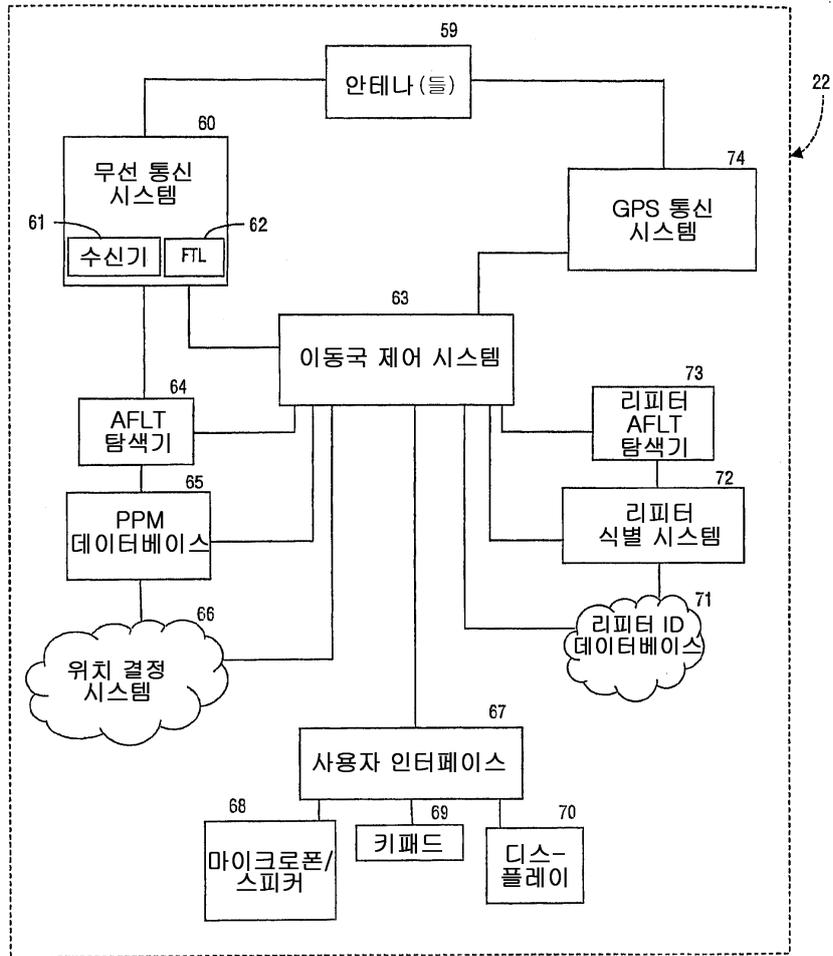
도면4



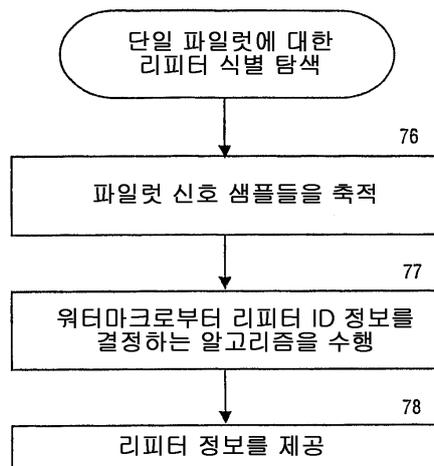
도면5



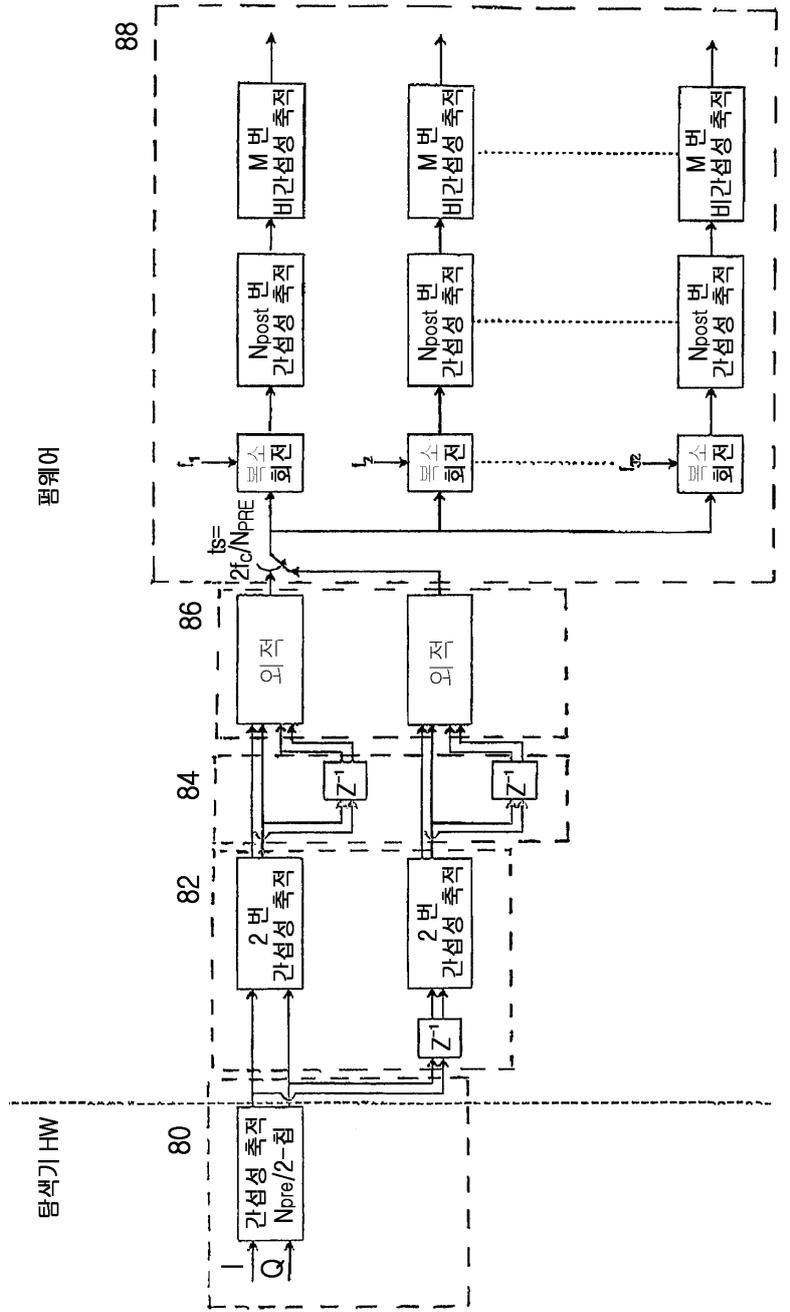
도면6



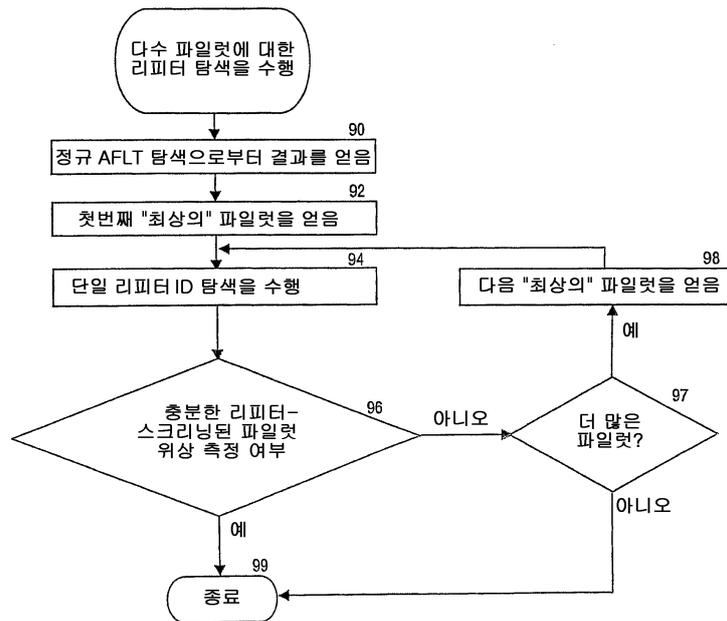
도면7



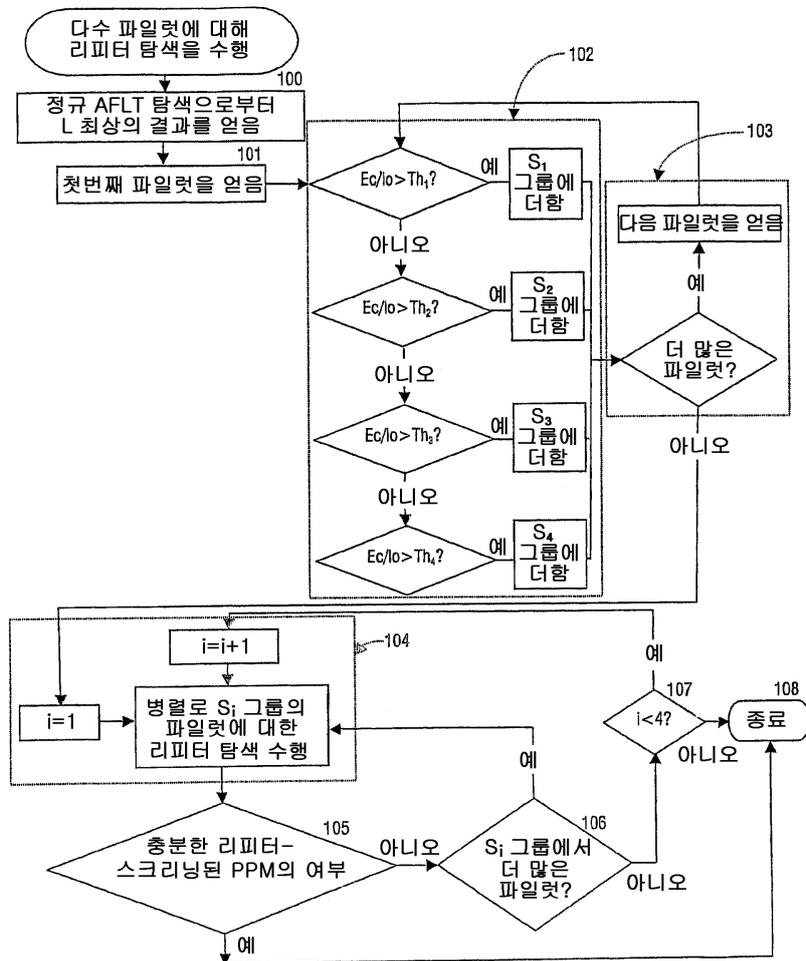
도면8



도면9



도면10



도면11

