(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[6]
G01S 5/12

(45) 공고일자 2005년05월16일
(11) 등록번호 10-0489746
(24) 등록일자 2005년05월06일

(21) 출원번호	10-1999-7003106	(65) 공개번호	10-2000-0049038
(22) 출원일자	1999년03월29일	(43) 공개일자	2000년07월25일
번역문 제출일자	1999년03월29일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1997/017330	(87) 국제공개번호	WO 1998/14795
국제출원일자	1997년09월26일	국제공개일자	1998년04월09일

(81) 지정국

국내특허 : 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바르바도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 중국, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬랜드, 일본, 케냐, 키르키즈스탐, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 슬로베니아, 슬로바키아, 타지키스탄, 투르크맨, 터어키, 트리니아드토바고, 우크라이나, 우간다, 우즈베키스탄, 베트남, 폴란드, 포르투칼, 루마니아, 러시아, 가나, 인도네시아, 시에라리온, 세르비아 앤 몬테네그로, 짐바브웨,

AP ARIPO특허 : 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 우간다, 가나, 짐바브웨,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르키즈스탐, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크맨,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투칼, 스웨덴, 핀란드,

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디브와르, 카메룬, 가봉, 기니, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고,

(30) 우선권주장 723,751 1996년09월30일 미국(US)

(73) 특허권자
퀄컴 인코포레이티드
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

(72) 발명자
레바논나다브
이스라엘52651라마트간,하메이리스트리트10

(74) 대리인
특허법인코리아나

심사관 : 이귀남

(54) 단일 저궤도 위성을 사용한 위치결정

요약

본 발명은, 저궤도 위성 통신 시스템 (100) 에서 사용자 단말기 (예를 들어, 이동 무선 전화) 의 위치를 결정하는 시스템 및 방법에 관한 것이다. 그 시스템은 사용자 단말기 (106), 기지 (旣知)의 위치와 속도를 갖는 하나 이상의 위성 (104), 및 위성 (104) 를 통해 사용자 단말기 (106) 과 통신하는 게이트웨이 (102) (즉, 지상 기지국) 을 포함한다. 그 방법은 레인지 파라미터 (802) 및 레인지-레이트 파라미터 (806) 를 결정하는 단계를 포함한다. 레인지 파라미터는 위성과 사용자 단말기

사이의 거리는 나타낸다. 레인지-레이트 파라미터는 위성과 사용자 단말기 사이의 상대 방사 속도를 나타낸다. 지구 표면상의 사용자 단말기의 위치는 레인지 파라미터, 레인지-레이트 파라미터, 및 위성의 기지 (旣知)의 위치와 속도에 기초하여 결정된다 (810).

대표도

도 8

명세서

기술분야

본 발명은 일반적으로 위성을 이용한 물체 위치 결정에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 통신 신호의 특성을 사용하여 위성 통신 시스템에 있어서의 사용자 단말기의 위치를 결정하기 위한 방법에 관한 것이다.

배경기술

일반적인 위성에 기초한 통신 시스템은 적어도 하나의 지상 기지국 (이하에서 "게이트웨이" 라고 칭함), 적어도 하나의 사용자 단말기 (예를 들어, 이동 전화기), 및 게이트웨이와 사용자 단말기 사이에서 통신 신호를 중계하기 위한 적어도 하나의 위성을 구비한다. 게이트웨이는 하나의 사용 단말기에서 다른 사용자 단말기 또는 지상 전화 시스템과 같은 통신 시스템으로의 링크를 제공한다.

여러가지 다중접속 통신 시스템들이 다수의 시스템 사용자들 사이에 정보를 전송하기 위해 사용되어왔다. 이들 기술들은 시분할 다중접속 (Time Division Multiple Access), 주파수분할 다중접속 (Frequency Division Multiple Access), 코드분할 다중접속 (Cord Division Multiple Access) 확산 스펙트럼 (Spread-spectrum) 기술들을 포함하는데, 이들의 기본 원리는 주지되어 있다. 다중접속 통신 시스템에서 CDMA 기술의 사용은, "Spread Spectrum Multiple Access Communication System Using Satellite or Terrestrial Repeaters" 라는 명칭으로 1990년 2월 13일 등록된 미국 특허번호 4,901,307 및 "Method and Apparatus For Using Full Spectrum Transmitted Power In a Spread Spectrum Communication System For Tracking Individual Recipient Phase Time and Energy" 라는 명칭으로 1995년 1월 4일 출원된 미국 특허출원번호 08/368,570 에 개시되어 있으며, 이들은 모두 본 발명의 양수인에 양도되어 있으며, 여기에 참조로 포함된다.

상기 특허 문서들은, 다수의 일반적인 이동 또는 원격 (Remote) 시스템 사용자들이 다른 시스템 사용자들 또는 (공중전화 스위칭 네트워크와 같은) 다른 연결 시스템의 사용자들과 통신하기 위해 사용자 단말기를 사용하는 다중접속 통신 시스템을 개시한다. 사용자 단말기들은 CDMA 확산 스펙트럼형 통신 신호를 사용하여 게이트웨이 및 위성을 통해 통신한다.

통신 위성들은 지표상에 위성 통신 신호를 투사 (projecting) 함으로써 형성된 스폿 (Spot) 을 비추는 빔들을 형성한다. 스폿을 위한 일반적인 위성 빔 패턴은 소정의 커버리지 패턴으로 배열된 다수의 빔들을 포함한다. 일반적으로, 각 빔은 공통의 지역을 커버하는 다수의 서브-빔 (CDMA 채널이라고 칭함) 을 포함하는데, 각 빔은 각각이 다른 주파수 대역을 차지한다.

일반적인 확산스펙트럼 통신 시스템에서, 미리 선택된 PN (Pseudorandom Noise) 코드 시퀀스들의 세트는, 통신 신호로서의 전송을 위해 캐리어 신호상에 변조하기 전에 소정의 스펙트럼 대역 상에 정보 신호들을 변조 (즉, 확산) 시키기 위해 사용된다. 주지된 확산스펙트럼 전송 방법인 PN 확산 (Spreading) 은 데이터 신호의 대역폭보다 더 큰 대역폭을 가진 전송 신호를 발생시킨다. 포워드 (Forward) 통신 링크 (즉, 게이트웨이에서 발생하여 사용자 단말기에서 종단되는 통신 링크) 에서는, 다른 빔들상에서 게이트웨이에 의해 전송된 신호들을 서로 구별하기 위해, 그리고 다중경로 신호들을 서로 구별하기 위해, PN 확산 코드 또는 이진 시퀀스들 (Sequences) 이 사용된다. 일반적으로, 이들 PN 코드들은 소정의 서브-빔내의 모든 통신 신호들에 의해 공유된다.

일반적인 CDMA 확산스펙트럼 시스템에서는, 포워드 링크상에서의 위성 빔들내에서 전송된, 특정한 사용자 단말기를 위한 신호들을 서로 구별하기 위해 채널화 코드들이 사용된다. 즉, 특정한 채널화 직교 코드를 사용함으로써, 특정한 직교 채널 (Orthogonal Channel) 이 포워드 링크상의 각 사용자 단말기에 제공된다. 월쉬 (Walsh) 함수들이 채널화 코드들을 형성하는데 사용되는데, 일반적인 길이는 지상 시스템인 경우에는 64 코드 칩 (Chip) 정도이고 위성 시스템의 경우에는 128 코드 칩 정도이다.

미국 특허 번호 4,901,307 에 개시된 것과 같은, 일반적인 CDMA 확산스펙트럼 통신 시스템은 포워드 링크 사용자 단말기 통신을 위한 코히어런트 (Coherent) 변조 및 복조의 사용을 기대한다. 이러한 방법을 사용하는 통신 시스템에서는, 포워드 링크를 위한 코히어런트 위상 기준으로서 '파일럿' (Pilot) 캐리어 신호 (이하에서 "파일럿 신호" 라고 칭함) 를 사용한다. 즉, 일반적으로 아무런 데이터 변조를 함유하지 않은 파일럿 신호가 커버리지 영역 전체에 걸쳐 게이트웨이에 의해 전송된다. 일반적으로, 사용되는 각 주파수를 위한 각 빔들을 위해 각 게이트웨이에 의해 단일의 파일럿 신호가 전송된다. 이들 파일럿 신호들은 게이트웨이로부터 신호를 수신하는 모든 사용자 단말기에 의해 공유된다.

파일럿 신호는 초기 시스템 동기화 및 게이트웨이에 의해 전송되는 다른 신호들의 시간, 주파수, 및 위상 트래킹 (Phase Tracking) 을 얻기위해 사용자 단말기에 의해 사용된다. 파일럿 신호 캐리어를 트래킹하여 얻어진 위상 정보는 다른 시스템 신호들 또는 트래픽 (Traffic) 신호들의 코히어런트 복조를 위한 캐리어 위상 기준으로 사용된다. 이 기술은 많은 트래픽 신호들이 공통의 파일럿 신호를 위상 기준으로서 공유하는 것을 가능하게 하여, 보다 저가의 그리고 효율적인 트래킹 메카니즘을 제공한다.

사용자 단말기가 통신 세션에 있지 않은 경우 (즉, 사용자 단말기가 트래픽 신호를 수신 또는 송신하고 있지 않음), 게이트웨이는 페이징 (Paging) 신호라고 알려진 신호를 사용하여 그 특정된 사용자 단말기에 정보를 전달한다. 예를 들어, 콜 (call) 이 특정 이동 전화기에 이루어진 경우, 게이트웨이는 페이징 신호에 의해 이동 전화기에 경고한다. 페이징 신호는 트래픽 채널 할당, 액세스 채널 할당, 및 시스템 오버헤드 (Overhead) 정보를 배포하는 데에도 사용된다.

사용자 단말기는 리버스 링크 (즉, 사용자 단말기에서 발생하여 게이트웨이에서 종단되는 통신 링크) 를 통하여 액세스 신호 또는 액세스 프로브 (Probe) 를 송신함으로서 페이징 신호에 응답할 수 있다. 액세스 신호는 사용자 단말기가 콜을 개시할 때에도 사용된다.

통신이 사용자 단말기를 필요로 할 경우, 통신 시스템은 사용자 단말기의 위치를 결정할 필요가 있을 수 있다. 사용자 단말기 위치에 대한 정보에 대한 요구는 수개의 고려사항에서 비롯된다. 하나의 고려사항은 그 시스템이 통신 링크를 제공하기 위하여 적절한 게이트 웨이를 선택하여야 한다는 것이다. 이러한 고려사항의 일 양태는 적절한 서비스 제공자 (예를 들어, 전화 회사)에게 통신링크를 할당하는 것이다. 통상적으로, 서비스 제공자는 특정한 지리적 영역에 지정되며, 그리고, 그 영역에서의 사용자와의 모든 콜을 처리한다. 통신이 특정한 사용자 단말기를 필요로 할 경우, 그 사용자 단말기가 위치된 영역에 기초하여, 상기 통신 시스템은 상기 콜을 서비스 제공자에 할당할 수 있다. 적절한 영역을 결정하기 위하여, 상기 통신 시스템은 상기 사용자 단말기의 위치를 필요로 한다. 콜이 정치적인 경계 또는 축소된 서비스에 기초한 서비스 제공자에 할당되어야 할 경우, 유사한 고려사항이 생긴다.

위성-기반 통신 시스템에서 위치 결정에 대한 중요한 필요 사항은 속도이다. 통신이 특정한 사용자 단말기를 필요로 하는 경우, 상기 사용자 단말기가 사용하는 게이트 웨이는 신속하게 선택되어야 한다. 예를 들어, 이동 전화 사용자는 콜을 걸 경우 수 초 이상의 서비스 지연을 참지 않는다. 이 경우의 위치 정확도에 대한 필요성은 속도에 대한 필요성 보다 중요하지 않다. 10 킬로미터 (km) 이하의 에러는 적절한 것으로 간주된다. 이에 반하여, 위성-기반 위치결정에 대한 대부분의 종래의 방법은 속도보다는 정확도를 강조한다. 종래의 방법 중 하나는 미국 해군의 TRANSIT 시스템에 의하여 채용된 것이다. 그 시스템에서, 상기 사용자 단말기는 저궤도 위성 (LEO)에 의하여 신호 전송 (broadcast)의 지속적인 도플러 (Doppler) 측정을 실시한다. 상기 측정은 수 분 동안 지속된다. 상기 시스템은 일반적으로 상기 위성의 2개 패스 (pass)를 필요로 하여, 100 분 이상의 대기를 필요로 한다. 추가적으로, 상기 위치 계산은 상기 사용자 단말기에 의하여 실시되기 때문에, 상기 위성은 그 위치 ("천체력 (ephemeris)"으로도 공지된) 정보를 전송해야 한다. 상기 TRANSIT 시스템은 높은 정확도 (약 1 미터) 가 가능하더라도, 관련된 지연은 상업 위성 통신 시스템에서의 사용은 용인되지 않는다.

또 다른 종래의 방법은 ARGOS 및 SARSAT (Search and Rescue Satellite) 시스템에 의하여 채용된 것이다. 그 시스템에서, 상기 사용자 단말기는 상기 위성 상에서 수신기로 간헐적인 비컨 신호 (beacon signal)를 송신하여, 상기 신호의 주파수 측정을 실시한다. 상기 위성이 상기 사용자 단말기로부터 4개 이상의 비컨 신호를 수신하면, 일반적으로 상기 사용자 단말기의 위치를 확인할 수 있다. 상기 비컨 신호가 간헐적이기 때문에, 상기 TRANSIT 시스템에 의하여 실시되는 것과 같은, 확장된 도플러 측정은 가능하지 않다.

또 다른 종래의 방법은 글로벌 위치 확인 시스템 (Global Positioning System, GPS)에 의하여 채용된다. 그 시스템에서, 각 위성은 그 위성의 천체력을 포함하는 시각-스탬프 (time-stamped) 신호를 방송한다. 사용자 단말기가 GPS 신호를 수신하는 경우, 사용자 단말기는 그 자체의 클럭 (clock) 에 대한 송신 지연을 측정하고 상기 송신하는 위성의 위치에 대한 슈도-레인지 (pseudo-range)를 결정한다. 상기 GPS 시스템은 2 차원 위치 확인을 위해서는 3개의 위성이 필요하여, 3차원 위치 확인을 위해서는 4번째 위성이 필요하다.

상기 GPS 방법의 일 단점은 위치 결정을 위하여 적어도 3개의 위성이 필요하다는 것이다. 상기 GPS 방법의 또 다른 단점은 상기 계산이 상기 사용자 단말기에 의하여 실시되기 때문에, 상기 GPS 위성은 그 천체력 정보를 전송하여야 하며 상기 사용자 단말기는 상기 계산에 대한 자원을 보유하여 상기 필요한 계산을 실시한다는 것이다.

상기 언급한 모든 방법의 일 단점은 상기 사용자 단말기가 그들 방법을 사용하기 위하여, 통신 신호를 프로세싱하는데 필요한 것 이외에, 별도의 송신기 또는 수신기를 가져야 한다는 것이다.

또 다른 종래의 방법은 참조로서 삽입된 발명의 명칭이 "이중 위성 운행 시스템 및 방법 (Dual Satellite Navigation System and Method)"이며 1992년 6월 30일자로 등록된 미국 특허 번호 5,126,748에 공개된 것이다. 이 방법은 2개의 위성을 사용하여 삼각법을 통해 상기 사용자 단말기의 위치를 원활히 결정한다. 이 방법은, 유용하지만, 2개의 위성을 필요로 한다.

따라서, 오직 한개의 위성만을 사용하여 신속한 위치 결정이 가능한 위성-기반 위치 결정 시스템이 요구된다.

발명의 개요

본 발명은 저궤도 위성 통신 시스템과 같은 위성 통신 시스템에서 1개의 위성만을 사용하여 사용자 단말기 (예를 들어, 이동 전화)의 위치를 신속하게 결정하는 시스템 및 방법이다. 상기 시스템은 1개의 사용자 단말기, 기지의 위치 및 기지의 속도를 갖는 1개 이상의 위성 및 상기 위성을 통하여 상기 사용자 단말기와 통신하기 위한 게이트 웨이 (즉, 지상 기지국)를 포함한다. 본 방법은 상기 사용자 단말기와 상기 위성 사이의 시간적 및 공간적 관계를 기술하는 파라미터를 결정하는 단계와 상기 위성의 기지의 위치 및 기지의 속도와 상기 파라미터를 사용하여 사용자 단말기의 위치를 결정하는 단계들을 포함한다.

레인지 및 레인지-레이트와 같은 2개의 파라미터가 사용된다. 상기 레인지 파라미터는 위성과 사용자 단말기사이의 거리를 표시한다. 상기 레인지-레이트 파라미터는 사용자 단말기와 위성사이의 상대적인 방사 속도를 표시한다.

본 발명의 바람직한 실시예에서는, 상기 위성의 기지 (旣知)의 위치 및 기지 (旣知)의 속도와 사용된 파라미터에 기초하여 사용자 단말기의 위치를 결정하기 위하여, 반복 가중 가우스-뉴튼 최소 제곱법 (iterative weighted Gauss-Newton least-squares method) 이 사용된다.

본 발명의 한 장점은 LEO 위성과 같은 단일 위성을 사용하여 신속한 위치 결정을 허용한다는 것이다.

동일하거나 기능적으로 유사한 구성요소는 동일한 참조번호로 표시한 첨부도면을 참조한 이하의 상세한 설명으로부터 본 발명의 특징 및 효과가 보다 분명해질 것이다. 또한, 참조번호의 가장 좌측의 숫자는 그 참조번호가 처음 나타나는 도면을 지시한다.

도면의 간단한 설명

도 1 은 전형적인 위성 통신 시스템을 도시하는 도면.

도 2 는 사용자 단말기에 사용되는 바람직한 송수신기의 블록도.

도 3 은 게이트웨이에 사용되는 바람직한 송신 및 수신장치의 블록도.

도 4 는 사용자 단말기에 사용되는 바람직한 시간 트래킹 루프의 블록도.

도 5 는 사용자 단말기에 사용되는 바람직한 주파수 트래킹 루프의 블록도.

도 6 은 위성과 관련된 레인지 및 레인지-레이트 파라미터에 대한 이소-컨투어 (iso-contours) 의 지구 표면으로의 위성 및 방사의 서브포인트 (sub-point) 를 도시하는 도면.

도 7(a) 는 사용자 단말기에서 측정되는 신호의 주파수 성분의 그래프.

도 7(b) 는 게이트웨이에서 측정되는 신호의 주파수 성분의 그래프.

도 8 은 본 발명의 바람직한 실시예의 동작을 도시하는 흐름도.

도 9 는 본 발명이 작용하는 바람직한 환경을 도시하는 블록도.

실시예

Ⅰ. 도입

본 발명은 하나의 저 지구 궤도 (low-Earth orbit: LEO) 만을 사용하는 위성 통신시스템에서 사용자 단말기의 신속한 위치 결정의 시스템 및 방법이다. 관련 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게는 분명하겠지만, 본 발명의 개념은, 위성과 사용자 단말기 사이의 상대적인 운동이 이하에서 설명되는 레인지-레이트 측정을 용이하게 하기에 충분하다면, 위성이 비 LEO 궤도를 이동하는 위성 시스템에도 적용될 수 있다.

본 발명의 바람직한 실시예를 이하에서 상세히 설명한다. 특정한 단계, 구성 및 배치에 대하여 설명하겠지만, 이러한 설명은 예시적인 것일 뿐이라는 것을 이해하여야 한다. 관련 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 한도내에서 다른 단계, 구성 및 배치를 사용할 수도 있다는 것을 인식할 것이다.

본 발명을 네 부분으로 나누어 설명한다. 첫째, 전형적인 위성 통신시스템을 설명한다. 둘째, 시스템 위치확인 방법에 사용되는 파라미터를 설명한다. 셋째, 물리적인 표현의 관점에서 위치확인 방법을 설명한다. 마지막으로, 위치확인 방법의 실시를 설명한다.

Ⅱ. 전형적인 위성 통신 시스템

도 1 은 전형적인 위성 통신 시스템을 도시한 것이다. 위성 통신 시스템 (100) 은 게이트웨이 (102), 위성 (104) 및 사용자 단말기 (106) 를 포함한다. 사용자 단말기 (106) 는 일반적으로 세가지 형태로, 영구적인 구조로 장착되는 고정 사용자 단말기 (106A), 차량에 장착되는 이동 사용자 단말기 (106B), 및 들고 다니는 휴대용 사용자 단말기 (106C) 가 있다. 게이트웨이 (102) 는 위성 (104) 을 통하여 사용자 단말기 (106) 와 통신한다.

사용자 단말기 (106) 에 사용되는 예시적인 송수신기 (200) 가 도 2 에 도시되어 있다. 이 송수신기 (200) 는 신호를 하향변환하고 증폭하며 디지털화하는 아날로그 수신기 (214) 로 전송되는 통신 신호를 수신하기 위하여 하나 이상의 안테나 (210) 를 사용한다. 동일한 안테나가 송신 및 수신 기능을 모두 갖도록 하기 위하여 듀플렉서 소자 (212) 가 일반적으로 사용된다. 그러나, 어떤 시스템은 다른 주파수로 동작하는 별도의 안테나를 채용한다.

아날로그 수신기 (214) 에 의해 출력된 디지털 통신 신호는 하나 이상의 디지털 데이터 수신기 (216A) 및 하나 이상의 디지털 검색 수신기 (218) 으로 전송된다. 관련 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게는 분명하겠지만, 수용할 수 있는 레벨의

유닛 복잡성에 따라, 원하는 레벨의 신호 다이버시티를 얻기 위하여 추가적인 디지털 데이터 수신기 (216B-216N) 가 레이크 (rake) 구성으로 사용될 수 있다. 이러한 방식으로 구성된 수신기는 "레이크 수신기" 라고 불리며, 각각의 디지털 데이터 수신기 (216) 는 "핑거 (finger)" 라고 불린다. 레이크 수신기의 핑거는 신호 다이버시티를 하는 것 뿐만 아니라 여러 위성으로부터 신호를 수신하기 위해서도 사용된다. 또한, 추가적인 탐색기 수신기 (218) 가 고속 신호 획득에 사용된다.

하나 이상의 사용자 단말기 제어 프로세서 (220) 이 디지털 데이터 수신기 (216A-216N) 및 탐색기 수신기 (218) 에 전기적으로 결합되어 있다. 제어 프로세서 (220) 는, 다른 기능들 중에서, 기본적인 신호 프로세싱, 타이밍, 전력 및 신호 캐리어에 사용되는 주파수의 선택 및 조정이나 핸드오프 (handoff) 제어를 제공한다. 제어 프로세서 (220) 에 의해 수행되는 또다른 기본적인 제어 기능은, 통신 신호 파형을 프로세싱하는데 사용되는 PN 코드 시퀀스 또는 직교함수의 선택이나 조작이다. 제어 프로세서 (220) 의 신호 프로세싱은 본 발명에 의해 채용되는 파라미터의 결정을 포함할 수 있다. 상대적인 타이밍 및 주파수와 같은 신호 파라미터의 이러한 계산은, 측정에 있어서의 효율이나 속도의 증가 또는 제어 프로세싱 자원의 할당의 향상을 위하여, 추가적인 또는 별도의 전용 회로의 이용을 포함할 수 있다.

디지털 데이터 수신기 (216A-216N) 에 대한 출력은 사용자 단말기 내의 사용자 디지털 베이스밴드 회로 (222) 에 전기적으로 결합된다. 사용자 디지털 베이스밴드 회로 (222) 는 사용자 단말기로/로부터 정보를 전송하는데 사용되는 프로세싱 소자 및 표시 소자를 구비한다. 즉, 일시적인 또는 장시간 디지털 메모리와 같은 신호나 데이터 저장 소자, 디스플레이 스크린, 스피커, 키보드 단자 및 핸드세트 (handset) 와 같은 입출력 장치, A/D 소자, 보코더 및 다른 음성과 아날로그 신호 프로세싱 소자 등의 모두가 이 분야에서 잘 알려진 소자를 사용하여 사용자 베이스밴드 회로의 일부를 형성한다. 다이버시티 신호 프로세싱이 채용되면, 사용자 디지털 베이스밴드 회로 (222) 는 다이버시티 컴바이너 및 디코더를 구비할 수 있다. 또한, 이러한 소자들중 어떤 것들은 제어 프로세서 (220) 와의 통신이나 그 제어에 따라 동작할 수도 있다.

사용자 단말기부터 발생되는 통신 신호 혹은 출력 메시지로서 음성과 다른 데이터가 준비될 때, 사용자 디지털 베이스밴드 회로 (222) 는, 전송을 위한 소정의 데이터를 수신, 저장, 프로세싱하도록 사용되고, 그렇지 않으면, 그 데이터를 준비한다. 사용자 디지털 베이스밴드 회로 (222) 는, 이 데이터를 제어 프로세서 (220) 의 제어에 따라 작동하는 송신 변조기 (226) 로 제공한다. 송신 변조기(226) 의 출력은, 전력 제어기 (228) 전송되며, 상기 제어기는 안테나 (210) 에서 게이트웨이로의 출력 신호의 최종 전송을 위한 전송 전력 증폭기 (230) 에게 출력 전력 제어를 제공한다. 또한, 송수신기 (200) 는 하나 이상의 사전 정정 소자 혹은 사전 정정기 (232 및 234) 를 사용할 수 있다. 이 사전 정정기의 작동은 계류중인, 공유 출원의 출원번호 No.08/723,490(대리인 참조번호 PA338) 의 "Time And Frequency Precorrection For Non-Geostationary Satellite Systems" 에 개시되어 있으며, 이것은 참조로서 포함된다. 바람직하게는, 사전 정정은 베이스밴드 주파수에 있는 디지털 전력 제어기 (228) 의 출력에서 발생한다. 주파수 조정치를 포함하는 베이스밴드 스펙트럼 정보는, 전송 전력 증폭기 (230) 에서 실행되는 상향변환 동안에 적절한 센터 주파수로 전달된다. 사전 정정 또는 주파수 조정은 당업계에 공지된 기술을 사용하여 달성한다. 예를 들어, 상기 사전 정정은 복소 신호 회전 (complex signal rotation) 에 의해서 수행될 수 있는데, 이것은 e^{jwt} 의 인자를 신호에 곱한 것과 동일하며, 여기서 w 는 기지 (旣知)의 위성 이피메리드(ephemerides) 와 원하는 채널 주파수를 기초로 하여 계산된다. 이것은, 통신 신호가 동위상(I) 과 1/4 위상(Q) 채널로서 프로세싱될 때 유용하다. 직접 디지털 합성 장치 (direct digital synthesis device) 가 어떠한 회전 산출물을 생성하기 위하여 사용될 수 있다. 다른 방법으로, 좌표 회전 디지털 계산 소자 (coordinate rotation digital computation element) 는 이진 시프트, 가산 및 감산을 사용하여 일련의 이산 회전을 실행하도록 사용될 수 있어서, 원하는 전체 회전을 얻는다.

다른 방법으로서, 사전 정정 소자 (234) 는 전송 전력 증폭기 (230) 의 출력상의 전송 경로에 배치될 수 있어서, 출력 신호의 주파수를 조정한다. 이것은, 전송 파형의 상향 혹은 하향 변환과 같은 공지된 기술을 사용하여 얻을 수 있다. 아날로그 전송기의 출력상에서의 주파수의 변화는 좀 더 어려울 수 있는데, 이것은 파형을 형성하기 위하여 사용되는 일련의 필터가 있으며, 접합부에서의 변화가 필터링 프로세스를 간섭할 수도 있기 때문이다. 또한, 사전 정정 소자 (234) 는 사용자 단말기의 변조 스테이지 (230) 과 아날로그 상향 변환을 위한 제어 메카니즘 혹은 주파수 선택의 일부분을 형성할 수 있어서, 적절하게 조정된 주파수가 디지털 신호를 일 단계에서 원하는 전송 주파수로 변환되도록 사용된다.

수신된 통신 신호를 위한 하나 이상의 측정 신호 파라미터 혹은 하나 이상의 공유된 자원 신호에 대응하는 정보 혹은 데이터는 당업계에서 공지된 다양한 기술을 사용하여 게이트웨이로 전송할 수 있다. 예를 들어, 상기 정보는 별도의 정보로서 전달될 수 있으며, 또는 사용자 디지털 베이스밴드 회로 (222) 에 의해서 제공된 다른 메시지에 부가될 수 있다. 선택적으로는, 상기 정보는, 제어 프로세서 (220) 의 제어에 따라, 송신 변조기 (226) 혹은 전송 전력 제어기 (228) 에 의해서 소정의 제어 비트로서 삽입될 수 있다.

디지털 수신기 (216A-N) 와 탐색기 수신기 (218) 는, 신호 관련 소자로 구성되어서 특정한 신호를 복조하고 트래킹한다.

탐색기 수신기 (218) 는 파일럿 신호를 탐색하기 위하여 사용되거나 혹은 또 다른 상대적으로 고정된 패턴의 강한 신호를 탐색하기 위하여 사용되는 반면, 데이터 수신기 (216A-N) 은 파일럿 신호를 트래킹하기 위하여 사용되거나 혹은 검출된 파일럿 신호와 관련된 신호를 복조하기 위하여 사용된다. 그러므로, 이 유닛의 출력은 본 발명의 파라미터를 산출하기 위하여 사용될 정보를 제공하기 위하여 모니터링 될 수 있다. 수신된 통신 신호 혹은 공유된 자원 신호 상에서 사용자 단말기 (106) 에 의해 수행되는 측정값의 정보는 당업계에 공지된 다양한 기술을 사용하여 게이트웨이로 전송될 수 있다. 예를 들어, 상기 정보는 별도의 데이터 신호로서 전송될 수 있으며, 혹은 사용자 디지털 베이스밴드 회로 (222) 에 의해서 제공되는 다른 메시지에 부가될 수 있다. 데이터 수신기 (216(A-N)) 은 또한 모니터링 될 수 있는 주파수 트래킹 소자를 사용하여서, 복조될 신호를 위하여 제어 프로세서 (220) 에 현 주파수와 타이밍 정보를 제공한다. 이것은 도 4 및 도 5 를 참조하여 이후에 설명될 것이다.

제어 프로세서 (220) 는, 동일한 주파수 대역으로 스케일될 때, 로컬 오실레이터 주파수를 기초로하여 수신 신호가 예측 주파수로부터 어느정도 오프셋되었는지를 결정하기 위하여, 그러한 정보를 사용한다. 주파수 오프셋, 에러 및 도플러 시프트에 관련된 상기 정보 및 다른 정보는 하나 이상의 에러/도플러 저장 혹은 메모리 소자 (236) 에 저장될 수 있다. 이 정보는, 동작 주파수를 조정하도록, 제어 프로세서 (220) 에 의해서 사용될 수 있으며, 혹은 다양한 통신 신호를 이용하여 게이트웨이로 전송될 수도 있다.

하나 이상의 시간 기준 소자 (238) 는, 위성 위치를 결정할 때 도움을 주는 날짜와 시간과 같은 연대 정보를 발생하고 저장하기 위하여 사용된다. 이 시간은 주기적으로 저장되고 갱신될 수 있다. 또한, 이 시간은 게이트웨이에 의해서 주기적으로 제공될 수 있다. 또한, 사용자 단말기가 "턴오프"될 때와 같은 비활성 모드에 진입할 때마다 현재 시간이 저장된다. 이 시간값은 다양한 시간 종속 신호 파라미터와 사용자 단말기 위치 변화를 결정하기 위하여, "턴온" 시간과 함께 사용된다.

부가적으로, 저장 혹은 메모리 소자 (240 및 242) 는, 다음에서 좀 더 상세하게 설명될 파라미터에 대한 특정한 정보를 저장하기 위하여 사용될 수 있다. 예를 들어, 메모리 소자 (240) 는 두 개의 도착 신호 사이에서의 상대적인 주파수 오프셋의 차이와 같은 레인지-레이트 파라미터에 관한 사용자 단말기 측정값을 저장할 수 있다. 메모리 소자 (242) 는, 두 신호에 대한 도착 시간에서의 차이와 같은 레인지 차이 파라미터와 관련된 사용자 단말기 측정값을 저장하기 위하여 사용될 수 있다. 이 메모리 소자는 당업계에 공지된 구조와 회로를 사용하며, 별개의 혹은 별도의 소자로서 혹은 좀 더 큰 통일된 구조로서 형성될 수 있으며, 여기서, 이 정보는 추후의 검색을 위한 제어 방법으로 저장된다.

도 2 에 도시된 바와 같이, 로컬 또는 기준 오실레이터 (250) 은 아날로그 수신기 (240) 에 대한 기준으로서 이용되어, 입력 신호를 소망하는 주파수에서의 베이스밴드로 하향 변환한다. 또한, 이것은 신호가 소망하는 베이스밴드 주파수에 도달할 때까지, 원한다면, 다중 중간 변환 스텝에서 채용될 수 있다. 또한, 도시된 바와같이 오실레이터 (250)는 아날로그 송신기 (230)에 대한 기준, 베이스밴드로부터 소망하는 반송주파수로의 상향 변환을 위한 기준, 및 타이밍회로 (252) 에 대한 주파수 표준 또는 기준으로서 이용된다. 타이밍회로 (252) 는, 시간 트래킹 회로, 디지털 수신기 (216A-N 및 218) 내의 상관기, 송신 변조기 (226), 시간 기준 소자 (238) 및 제어 프로세서 (220) 와 같이, 사용자 단말기 (200) 내의 다른 스테이지 또는 프로세싱 성분에 대한 타이밍 신호를 생성한다. 또한, 타이밍회로 (252) 는 프로세서 제어에 따라 타이밍 또는 클럭 신호의 상대적인 타이밍 내에서의 지체 또는 전진 (advance) 에 대한 지연을 생성하도록 구성될 수 있다. 즉, 시간 트래킹은 소정의 양 만큼 조절될 수 있다. 또한, 이것은 코드의 적용이 "정상적인" 타이밍으로부터 하나 이상의 칩 주기만큼 전진 또는 지체되는 것을 허용하여, 코드를 이루는 PN 코드 또는 칩이 소망하는 만큼 다른 타이밍으로 적용될 수 있다.

예시적인 게이트 웨이 (102) 에서 사용하기 위한 송신 및 수신 장치 (300) 가 도 3 에 도시되어 있다. 도 3 에 도시된 게이트 웨이 (102) 부분은 통신신호를 수신하는 안테나 (310) 에 연결된 하나이상의 아날로그 수신기 (314) 를 가지며, 이 통신 신호는 당업계에 공지된 다양한 기법을 이용하여 하향 변환되고 증폭되고 디지트화된다. 어떠한 통신 시스템에서는 다수의 안테나 (310)가 사용된다. 아날로그 수신기 (314) 에 의해 출력된 디지털 신호는 도면부호324에서 일반적으로 점선으로 나타내어진 적어도 하나의 디지털 수신기 모듈로의 입력으로서 제공된다.

각각의 디지털 수신기 모듈 (324) 은, 비록 어떠한 변형이 당업계에 공지되어 있지만, 게이트 웨이 (102) 와 하나의 사용자 단말기 (106) 사이에서의 통신을 관리하는데에 이용되는 신호 프로세싱 소자에 대응한다. 하나의 아날로그 수신기 (314) 는 다양한 디지털 수신기 모듈 (324) 에 대한 입력을 제공할 수 있으며, 통상적으로, 다수의 그러한 모듈은 게이트 웨이 (102) 에서 이용되어, 어떠한 소정 시간에서 처리될 모든 위성 빔과 가용 다이버시티 모드 신호를 수용한다. 각각의 디지털 수신기 모듈 (324) 은 하나 이상의 디지털 수신기 (316) 과 탐색기 (searcher) 수신기 (318) 을 가진다. 일반적으로, 탐색기 수신기 (318) 는 파일럿 신호 이외의 신호의 적절한 다이버시티 모드를 탐색하며, 수개의 탐색기가 탐색 속도를 증가시키기 위해 병렬로 이용될 수 있다. 통신 시스템에서 구현될 경우, 다중의 디지털 데이터 수신기 (316A-316N) 이 다이버시티 신호 수신을 위해 이용될 수 있다.

디지털 데이터 수신기 (316) 의 출력은, 당업계에 널리 공지되어 여기에서는 더 상세히 설명하지 않는 장치를 구비한, 후속적인 베이스밴드 프로세싱 소자 (322) 에 제공된다. 예시적인 베이스밴드 장치는 다이버시티 컴바이너와 디코더를 포함하여, 다중경로 신호들을 각각의 사용자를 위한 하나의 출력으로 결합한다. 또한, 예시적인 베이스밴드 장치는 출력데이터를, 전형적으로, 디지털 스위치 또는 네트워크에 제공하기 위한 인터페이스 회로를 포함한다. 보코더 (vocoder), 데이터 모뎀, 및 디지털 데이터 스위칭 및 저장 컴포넌트 등의 다른 공지된 다양한 소자 (그러나 이들에 제한되지 않음) 가 베이스밴드 프로세싱 소자 (322) 의 일부로 형성될 수도 있다. 이들 소자는 하나 이상의 송신 모듈 (334) 에 데이터 신호의 전송을 제어 또는 지시하도록 동작한다.

사용자 단말기 (106) 에 송신될 신호는 각각 하나 이상의 적절한 송신 모듈 (334) 에 전기적으로 결합되어 있다. 전형적인 게이트 웨이는 다수의 이러한 송신 모듈 (334) 를 이용하여 다수의 사용자 단말기 (106) 에 서비스를 동시에 제공하고, 다수의 위성과 빔에게 동시에 제공한다. 게이트 웨이 (102) 에 의해 사용되는 송신 모듈 (334) 의 수는, 당업계에 공지된 인자들 즉, 시스템 복잡도, 통상의 뷰 (view) 에 있는 위성의 수, 사용자 용량, 선택된 다이버시티 정도 등으로 결정된다.

각각의 송신 모듈 (334) 은, 확산 스펙트럼이 송신용 데이터를 변조하고 디지털 송신 전력 제어기 (328) 에 전기적으로 접속된 출력을 갖는 송신 변조기 (326)을 포함하며, 디지털 송신 전력 제어기 (328) 도 출력 디지털 신호를 위해 이용되는 송신 전력을 제어한다. 일반적으로, 디지털 송신 전력 제어기 (328) 는 간섭 저감 및 자원 할당의 목적으로 최소 레벨의 전력을 인가하지만, 송신 경로 및 다른 전송 경로의 특성에서의 감쇄를 보상할 필요가 있는 경우에, 적절한 레벨의 전력을 인가한다. PN 발생기 (332) 는 신호를 확산시키는 송신 변조기 (326) 에 의해 이용된다. 또한, 이 코드의 생성은 게이트 웨이 (102) 내에서 이용되는 하나 이상의 제어 프로세서 또는 저장 소자의 기능적 부분을 형성할 수 있다.

송신 전력 제어기 (328) 의 출력은 합산기 (336) 에 전송되고, 여기서 다른 송신 전력 제어 회로로 부터의 출력과 합산된다. 이러한 출력은, 송신 전력 제어기 (328) 와 동일한 빔 내에 및 동일한 주파수에서 다른 사용자 단말기 (106) 로의 송신용 신호이다 합산기 (336) 의 출력은, 디지털-아날로그 변환, 적절한 RF 반송 주파수로의 변환, 또다른 증폭, 사용자 단말기 (106) 에 방사하기 위한 하나이상의 안테나 (340) 로의 출력을 위한 아날로그 송신기 (383) 에 제공된다. 안테나 (310, 340) 은 통신 시스템의 복잡도와 구성에 의존하여 동일한 안테나가 될 수도 있다.

적어도 하나의 게이트웨이 제어 프로세서 (320) 는 수신기 모듈 (324), 송신 모듈 (334) 및 베이스밴드 회로 (322) 에 전기적으로 결합되어 있다. 이러한 유닛은 서로 물리적으로 이격되어 있을 수도 있다. 제어 프로세서 (320) 는 명령 및 제어 신호를 제공하여 , 다음의 것으로만 제한되지는 않지만 신호 프로세싱, 타이밍 신호 발생, 전력 제어, 핸드오프 제어, 다이버

시티 컴바이닝, 및 시스템 인터페이싱과 같은 기능을 하게 한다. 또한, 제어 프로세서 (320) 는, PN 확산 코드, 직교 코드 시퀀스, 및 사용자 통신에서 사용하기 위한 특정 송신기 및 수신기 또는 모듈을 할당한다. 또한, 제어 프로세서 (320)는 파라미터를 연산하고 본 발명의 위치확인 방법을 수행하는데에 이용될 수 있다.

또한, 제어 프로세서 (320) 는 파일럿 채널, 동기 채널 및 페이징 채널 신호의 생성 및 전력을 제어하며, 송신 전력 제어기 (328) 에 대한 그들의 결합을 제어한다. 파일럿 채널은, 단순히 데이터에 의해 변조되지 않는 신호이며, 반복적인 일정한 패턴 또는 무변동 프레임 구조를 이용할 수도 있다. 즉, 파일럿 채널을 형성하는데에 이용되는 직교 함수는, 일반적으로, 모두 1 또는 0 와 같은 일정한 값을 가지거나, 또는, 분산된 1 및 0 의 공지된 반복 패턴을 가진다.

제어 프로세서(320)는, 전송 모듈(334) 혹은 수신 모듈(324) 등의 모듈 소자에 전기적으로 직접 결합될 수도 있으며, 일반적으로, 각 모듈은 그 모듈의 소자를 제어하는 송신 프로세서(330) 또는 수신 프로세서(321) 등의 모듈-특정 프로세서를 구비한다. 따라서, 도 3 에 도시된 바와 같이, 바람직한 실시예에서, 제어 프로세서(320)는, 송신 프로세서(330) 및 수신 프로세서(321)에 전기적으로 결합된다. 이런 식으로, 단일 제어 프로세서(320)는 다수의 모듈 및 자원의 작동을 보다 효과적으로 제어할 수 있다. 송신 프로세서(330)은, 파일럿 채널, 동기 채널, 페이징 채널, 및 트래픽 채널 신호의 생성 및 신호 전력을 제어하며, 그들 각각의 전력 제어기(328) 와의 결합을 제어한다. 수신 프로세서(321)는, 복조를 위한 탐색, PN 확산 코드를 제어하며, 수신 전력의 모니터링을 제어한다. 또한, 프로세서(321)는, 본 발명의 방법에 사용되는 신호 파라미터의 결정에 사용될 수 있으며, 또한, 그러한 파라미터에 관하여 사용자 단말기로부터 수신 정보를 검출 및 전송함으로써, 제어 프로세서(320)의 부하를 감소시킬 수 있다.

본 발명의 실시예를 구현하기 위하여, 하나 이상의 사전 정정기 또는 주파수 사전 정정 소자(342 및 344)가 사용될 수도 있다. 사전 정정 소자(342)는, 베이스밴드 주파수에서, 디지털 전력 제어기(328)의 디지털 출력의 주파수를 조정하는데 이용하는 것이 바람직하다. 사용자 단말기에서와 같이, 상기 주파수 조정을 포함한 베이스밴드 스펙트럼 정보는, 아날로그 송신기(338)내에서 실행되는 상향 변환 도중에 적절한 센터 주파수로 전환된다. 상기 주파수 사전 정정은, 공지된 위성 이페메라이드 및 원하는 채널 주파수를 기초로하여 회전 각도가 계산되는, 전술된 복소 신호 회전 등의 종래기술을 이용하여 달성될 수 있다. 사용자 단말기에서와 같이, 본 발명의 사상과 범위를 벗어나지 않는 범위에서, 다른 신호 회전 기술 및 관련 하드웨어가 사용될 수 있다.

주파수 사전 정정 이외에, 신호의 상대적인 타이밍 또는 PN 코드를 변경하는 시간 사전 정정을 갖는 것이 바람직하다. 일반적으로, 이것은 전력 제어기(328) 에 의해 출력 전, 베이스밴드에서 신호가 생성될 때, 코드 생성 및 타이밍 또는 다른 신호 파라미터를 조정함으로써 달성된다. 예를 들어, 신호가 변조기(326)에 의해 활성화되고, 전력 제어기(328)에 의해 다양한 위성에 전송될 때 뿐만 아니라, 코드가 생성될 때, 제어기(320)는 그 상대적인 타이밍 및 신호에의 적용을 결정한다. 그러나, 원할 경우, 사전 정정 소자 (342 및 344) 의 일부분 또는 그 소자와 유사한 별도의 유닛 (미도시) 을 형성하는 공지된 시간 사전 정정 소자 또는 회로가, 주파수 사전 정정 소자없이 또는 상기 주파수 사전 정정에 추가되어 사용될 수 있다.

도 3 에는, 합산기(336)전의 전송 경로에 배치된 사전 정정기(342)가 도시되어 있다. 이 때문에, 각 사용자 단말기 신호를 원하는 대로, 개별적으로 제어할 수 있다. 그러나, 사전 정정이 합산기(336) 이후에 수행되는 경우에는, 사용자 단말기가 게이트웨이로부터 위성까지의 동일한 전송 경로를 공유하기 때문에, 단일의 주파수 사전 정정 소자가 사용될 수 있다.

다른 방법으로는, 공지된 기술을 이용하여, 출력되는 신호의 주파수를 조정하기 위하여, 사전 정정기(344)가, 아날로그 송신기(338)의 출력상의 전송경로에 배치될 수도 있다. 그러나, 상기 아날로그 전송기의 출력상의 주파수를 바꾸는 것은 더 어려울 수 있으며 신호 필터링 프로세스를 방해할 수 있다. 다른 방법으로, 아날로그 송신기(338)의 출력 주파수는 제어 프로세서(320)에 의해 직접 조정되어, 정상적인 센터 주파수로부터 오프셋되어 시프트된 출력 주파수를 제공한다.

출력 신호에 부과되는 주파수 정정의 양은, 통신이 구축된 게이트웨이와 각각의 위성 사이의 공지된 도플러(Doppler)에 기초한다. 위성 도플러를 설명하는데 요구되는 시프팅의 양은, 기지 (旣知)의 위성 궤도 위치 데이터를 이용하는 제어 프로세서(320)에 의해 계산될 수 있다. 이 데이터는, 룩업 테이블 혹은 메모리 소자 등의 하나 이상의 저장 소자(346)에 저장 및 검색될 수 있다. 또한, 이 데이터는, 다른 데이터 소오스로 부터 원하는대로 제공될 수 있다. RAM 및 ROM 회로, 또는 자기 저장 장치 등의 다양한 공지된 장치를 이용하여, 저장 소자(346)를 구성할 수 있다. 이 정보를 사용하여, 주어진 시간에, 게이트웨이에 의해 사용되는 각 위성에 대하여, 도플러 조정을 형성한다.

도 3 에 도시된 바와 같이, 시간 및 주파수 유닛(TFU)(348)은, 상기 아날로그 수신기(314)를 위한 기준 주파수 신호를 제공한다. 몇몇 응용에서는, GPS 수신기로부터의 유니버설 시간(Universal Time, UT) 신호가, 이 프로세스의 일부분으로써, 사용될 수 있다. 이는, 다중의 중간 변환 단계에도 채용될 수 있다. TFU(348)는, 아날로그 송신기(338)를 위한 기준으로서의 역할도 한다. 또한, TFU(348)는, 디지털 수신기(316A-N, 318)내의 상관기, 송신 변조기(326) 및 제어 프로세서(320) 등의 게이트웨이 전송 및 수신 장치(300)내의 다른 스테이지 또는 프로세시 소자에 타이밍 신호를 제공한다. TFU(348)는, (클럭) 신호의 상대적인 타이밍을, 프로세서의 제어에 따라 소정 양만큼 지연 혹은 전진시키도록 배치된다.

타이밍 측정을 수행하는 일 실시예가 도 4 에 도시되어 있으며, 이것은 사용자 단말기를 위한 시간 트래킹 루프(400)를 도시한 것이다. 당업계에 공지된 바와 같이, 이러한 종류의 시간 트래킹 루프는 타우 디더형(Tau Dither type)으로 지칭된다. 도 4 에서, 아날로그 수신기로부터의 입력 통신 신호는, 일반적으로 오버샘플되며, 그후 데시메이터(402)로 입력된다. 상기 데시메이터(402)는, 미리 선택된 레이트 및 타이밍으로 작동하여, 수신기의 후속 단계로 특정 샘플만 전송한다. 데시메이트된 샘플은 PN 발생기 또는 소오스(406)에 의해 제공되는, 적절한 시스템 PN 확산 코드와 조합하기 위하여 조합 소자(combination element; 404) (특히, 승산기) 로 전송되어 상기 신호를 역확산시킨다. 역확산된 신호는 조합 소자(408)로 전송되며, 여기서, 코드 발생기 또는 소오스(410)에 의해 제공되는, 적절한 직교 코드 함수 (W_i)와 조합되어 데이터를 얻는다. 상기 직교 코드 함수들은, 통신 신호 채널을 생성하는데 사용되는 것들이다. 일반적으로, 다른 강력한 신호가 사용될 수 있다 하더라도, 파일럿 및 페이징 신호가 이 프로세스를 위해 사용된다. 따라서, 당업계에 공지된 바와 같이, 일반적으로, 상기 직교 코드는 파일럿 또는 페이징 신호의 생성에 사용되는 것이다. 다른 방법으로, PN 확산 코드 및 직교 코드는, 당업계에 알려진대로, 함께 결합되고 단일의 단계에서 샘플들과 결합된다.

시간 트래킹 회로는 미국특허 제4,901,307호에 기재된 "초기/후기 (Early/Late)" 방식을 이용한다. 이 방법에서, 입력 신호 및 디지털 수신기 (216) 의 타이밍이 동일하거나 정렬되는 정도는, 공칭 (nominal) 칩 시간으로부터의 오프셋에서 입력 데이터 스트림을 샘플링하여 측정한다. 이러한 오프셋은, PN 코드 칩 주기의 플러스 ½ 또는 마이너스 ½ 이고, 그 각각을 초기 또는 후기라고 부른다.

플러스 또는 마이너스 오프셋 데이터의 타이밍이 공칭 역확산 입력 신호 피크의 타이밍으로부터 대칭적으로 벗어나면, "후기" 와 "초기" 샘플링 값 사이의 차이는 제로이다. 즉, ½ 칩 오프셋이 수신 신호의 대략 "정시 (on-time)" 타이밍에 중심을 맞추었을 때, "후기" 및 "초기" 신호들 사이의 차이를 형성함으로써 생성되는 값은 제로가 된다. 수신기 (216) 에 의해 이용되는 상대적인 타이밍이 수신 신호 타이밍을 정확하게 트래킹하지 못하고, 입력 신호 데이터보다 상대적으로 빠르면, 후기-마이너스-초기 차이는 양수값을 갖는 정정 신호를 생성한다. 다른 한편, 신호 타이밍이 너무 느리면, 이 차이는 음수값을 갖는 정정 신호를 생성한다. 또한, 역 (inverse) 또는 다른 관계도 바람직하게 사용될 수 있는 것은 자명하다.

이러한 기법을 구현하기 위해서, 데시메이터 출력 (decimator output) 은, 신호를 복조하는데 통상적으로 사용되는 것보다 더 빨리 ½칩을 발생시키도록 제어된다. 그 후, 데시메이터 출력이 역확산되고, 디코딩되며, 사전에 선택된 주기 (통상적으로, 심벌 주기) 동안, 생성된 데이터가 누산기 (414) 에서 누산된다. 누산된 심벌 데이터는 심벌 에너지를 제공하고, 이 심벌 데이터는 제곱 소자 (416) 에서 제곱되어, "초기" 신호에 대하여 음수가 아닌 크기 값을 제공한다.

샘플의 또다른 세트는, 누산기 (414) 를 이용하여 사전에 선택된 연속적인 주기 동안, 누산되고, 합산되거나, 적분된다. 그러나, 이 주기 동안, 지연 소자 세트 (412) 를 이용하여, PN 코드 및 직교 코드의 적용을 한 칩 주기만큼 지연시킨다. 이것은, 샘플들의 타이밍, 또는 데시메이션을 교체시키고, 역확산되고 디코딩된 데이터의 "후기" 버젼을 생성시키는 것과 동일한 효과를 갖는다. 이러한 역확산되고 디코딩된 데이터는 소정의 주기 동안, 누산기 (414) 에서 누산된다. 원할 경우, 추가된 소자들 및 기억 장치들을 사용할 수 있다. 누산된 후기 심벌 데이터는 제곱 소자 (416) 에서 제곱된다. 이에 따라 생성된 초기 및 후기 제곱값들은 서로로부터 감산되거나, 비교하여, 소자 (418) 내에서 원하는 초기/후기 타이밍 차이를 생성한다. 이러한 차이는 타이밍 필터 (420) 를 이용하여 필터링되어서, "전진/지체 (advance/retard)" 신호 (422) 를 제공한다. 시간 트래킹 루프는 비지연 코드 및 지연 코드를 이용하여 교체하는 것을 계속하여, 초기 및 후기 심벌들을 생산하며, "전진/지체" 신호 (422) 에 대한 값을 갱신 또는 생성시키는데 이용한다. 이것은, 수신기 타이밍이 리셋될 때까지, 즉, 수신기가 신규 신호를 트래킹하기 위해 비활성화되거나 시프트될 때까지 계속하며, 이는 당업자에게는 자명한 것이다.

데시메이션 프로세스 및 코드 지연에 대한 초기 (initial) 및 온고잉 타이밍 제어 (ongoing timing control) 는 타이밍 제어 회로 (424) 등과 같은 회로 소자에 의해 제공된다. 즉, 타이밍 제어 회로 (424) 는 데시메이터 (402) 로부터 샘플을 선택하는 타이밍을 결정한다. 동시에, 타이밍 제어 회로 (424) 로부터의 신호에 의하여 PN 확산 및 직교 코드 발생도 제어한다. 이러한 더 늦은 타이밍은 코드의 적용을 인에이블시키기 때문에, 때로 PN-인에이블이라 불린다. 초기화 또는 EPOCH 타이밍 신호도 있을 수 있다. 타이밍 제어 회로 (424) 에 의해 선택된 타이밍은, 타이밍 루프 출력에 응답하여 전진/지체 신호 (422) 에 의해 조정된다. 통상적으로, 타이밍이 칩 주기 분에 1 인 시간 길이만큼 전진된다. 예를 들면, 8 배 오버샘플링이 사용될 경우에 칩의 1/8 이 사용되어, 데시메이션 이전에 입력 신호를 수집한다. 이러한 타이밍의 이용과 전진 및 지체 메커니즘은 당업자들에게 공지되어 있다.

각 핑거 또는 디지털 수신기가 그 타이밍을 조정하여 입력 신호를 동기화 또는 정렬시키는 양은, 신호 도착 시간의 상대적인 지연을 결정하는데 이용된다. 이것은 타이밍 루프 (400) 에 의해 이용되는 시간 변화 (전진/지체) 의 전체 양을 트래킹함으로써 용이하게 달성할 수 있다. 누산기 (426) 는 사전에 선택된 주기 동안 각각의 전진/지체 신호 또는 커맨드를 간단히 합산 및 누산하는데 이용된다. 이것은 입력 신호 및 수신 타이밍을 정렬시키는데 필요한 변화의 전체 또는 실효량을 제공한다. 이것은 로컬 사용자 단말기 또는 수신기 타이밍으로부터 신호의 오프셋을 나타낸다. 사용자 단말기 타이밍이 상대적으로 게이트웨이와 근접하거나 동기될 경우, 이것은 게이트웨이와 사용자 단말기 사이에서 통과하는 신호가 겪는 지연을 측정할 수 있게 한다. 불행히도, 로컬 오실레이터 부정확도 또는 드리프트 (drift) 등과 같은 많은 인자들은 통상 그러한 직접적인 계산을 방해한다.

전술한 바와 같이, 이러한 데이터는 다른 메시지의 일부 또는 전용 시간 정보 신호들로서 게이트웨이에 보내질 수 있다. 이 데이터는 이후의 이동 및 사용을 위해 일시적인 메모리 소자에 기억될 수 있다. 또한, 그 정보는 수집 시간을 나타내는 "시간 스탬프" 의 특정 형태로 제공되거나 기억될 수 있기 때문에, 게이트웨이는 데이터에 대한 정확한 시간 관계를 갖고 있고, 더욱 정확하게 사용자 단말기 위치를 결정할 수 있다. 그러나, 상술한 바와 같이, 통신 시스템에서 원하는 정확도는 그리 엄격하지 않다. 정보가 수집으로부터 매우 단시간 내에 송신되면, 시간 스탬핑은 그리 유효하지 않다. 통상적으로, 데이터는 측정하는 수 개의 데이터 프레임 내에서 송신되며, 전송 문제가 있는 경우에, 전송 전에 다시 데이터를 발생시키므로, 많아야 수 개의 프레임이 지체된다. 그러나, 시간 스탬핑은 데이터 송신을 더욱 융통성있게 할 수 있게 하며, 실제 시간에 관계없이 신호 또는 신호 세트의 전송을 반복한다. 그렇지 않으면, 시스템은, 시간 스탬핑이 바람직한 레벨의 정확도를 유지하는데 이용되지 않는 경우에, 고정 타이밍 슬롯과 보고 요구사항은 이용할 수도 있다.

그 프로세스는, 파일럿 신호가 검출되지 않는 것을 제외하면, 게이트웨이에 의해 수신된 신호를 위한 프로세스와 유사하고, 직교 코드는 통상적으로 액세스 프로브 신호와 관련되어 있다. 게이트웨이에 대한 한 가지 장점은 타이밍이 절대 시간 기준으로 간주될 수 있다는 것이다. 즉, 게이트웨이는 상술한 바와 같이 정확한 시스템 타이밍을 갖고, 정확하게 자신의 시간에 대한 PN 또는 직교 코드 적용을 위한 시간 차이를 결정할 수 있다. 이것은 게이트웨이가 각 수신기 또는 핑거용으로 이용되는 PN 코드의 상태로부터 정확한 통과 시간 (transit time) 또는 거리를 결정할 수 있게 한다. 이러한 통과 시간 또는 거리는 본 발명의 레인지 파라미터를 결정하는데 이용될 수 있다. 따라서, 어떤 애플리케이션에는 유용하지만, 각 핑거에 대한 정보는 별도로 처리될 수도 있고, 상술한 바와 같이 소자 (428) 를 이용하여 결합될 필요가 없다.

도 5 는 주파수 측정을 수행하기 위한 일 실시예를 도시한 것으로, 사용자 단말기에 대한 주파수 트래킹 루프 (500) 를 개략적으로 나타낸 것이다. 이 주파수 측정치는 본 발명의 레인지 레이트 파라미터의 결정에 이용될 수 있다. 도 5 에서, 아날로그 수신기로부터의 통신 신호는 회전자 (502) 로 입력된다. 회전자 (502) 는 미리 선택되거나 조절 가능한 위상에서 동작하여, 아날로그 수신기로부터 디지털 수신기 또는 핑거에 도달하는 디지털 샘플로부터 잔여 주파수 에러 또는 오프셋을 제거한다.

CDMA형 신호를 사용할 경우, 이들 샘플은, 데이터를 얻기 위해 1 개 이상의 코드 발생기 또는 소오스 (506) 에 의해 제공되는 적절한 시스템 PN 확산 코드와 결합시키기 위한 하나 이상의 조합 소자 (504) (통상, 승산기) 로 전송될 수 있다. 그와 같은 PN 확산 코드 및 직교 코드는 단일 단계의 신호와 별개로 또는 동시에 결합될 수 있다. 주파수를 조정하는데 트래픽 채널을 사용할 경우, 컴바이너 (combiner; 504) 및 코드 발생기 (506) 대신에 FHT (fast Hadamard transform) 소자를 이용할 수도 있다. 본 발명자가 양수인으로 되어 있으며, 참고로 여기에 포함된 "Frequency Tracking For Orthogonal Walsh Modulation" 이라는 제목의 미국 특허 출원 08/625,481 호에는 이 기술이 개시되어 있다.

회전되고, 역확산되며, 디코딩된 신호는 누산기 (514) 에서 일 심볼 기간 동안에 누산되어 데이터 신호를 제공하고, 그 결과는 벡터 곱 생성 소자 또는 발생기 (518) 에 제공된다. 동시에, 각각의 심볼은 벡터 곱 발생기 (518) 에 심볼을 전송하기 전에 일 심볼 기간 지연을 제공하는, 일 심볼 시간 지연 소자 (516) 에 제공된다.

벡터 곱 발생기 (518) 는 심볼간 위상의 변화를 결정하기 위해, 소정의 심볼과 이전의 심볼간의 벡터 곱을 형성한다. 이는 입력 신호에 부여된 위상 회전의 에러 측정치를 제공한다. 벡터 곱 발생기 (518) 로부터의 출력은 주파수 에러 추정 또는 조정 인자로서 회전자 (502) 및 코드 발생기 (506) 에 제공된다.

역확산 및 디코딩 프로세스에 대한 타이밍 제어는, 상술한 바와 같이, 타이밍 제어 회로 (524) 등의 회로에 의해 제공된다. 이 타이밍은, 상술한 타이밍 루프로부터의 출력으로 제공될 수도 있다.

각각의 핑거 또는 디지털 수신기가 입력 신호와 정렬하기 위해, 그 위상을 조정하는 양은 도달 신호의 상대적인 주파수 오프셋을 결정하는데 이용된다. 즉, 회전자의 위상이 신호 정렬에서의 잔여 에러를 제거하기 위해 조절되어야 하는 양은, 도달 신호 주파수가 사용자 단말기용으로 예상되거나 로컬 기준 주파수로부터 오프셋되는 양을 나타낸다.

통신 시스템은 고정된 세트의 통신 신호용 주파수 대역내에서 동작하므로, 수신기에 의해 이용되는 센터 또는 공칭 캐리어 주파수를 알 수 있다. 그러나, 아주 적을 수도 있는 도플러 시프트 및 다른 효과의 결과로서, 도달 신호는 예상 센터 주파수에 있지 않을 것이다. 상술한 조정에 의해 도달 신호의 실제 주파수 및 도플러 시프트를 결정하는데 이용될 수 있는 오프셋이 정의된다.

이것은 주파수 트래킹 루프 (500) 에 의해 실시되는 총변화량을 트래킹함으로써 용이하게 달성된다. 누산기 (522) 는 미리 선택된 기간 동안의 에러 추정치, 신호, 또는 코맨드로부터의 위상 변화를 단순히 누산하는데 이용될 수 있다. 이는 입력 신호와 수신기 주파수를 정렬시키는데 요구되는 총변화량 또는 순변화량을 제공하고, 적절한 주파수 대역으로 스케일링되는, 로컬 사용자 단말기 또는 수신기 주파수로부터의 신호의 주파수 오프셋을 나타낸다.

전술한 바와 같이, 이 데이터를 다른 메시지의 일부 또는 전용 주파수 정보 신호로서 게이트웨이에 전송할 수 있다. 이 데이터는 추후의 전송용으로 임시 메모리에 저장될 수 있고, 몇몇 형태의 "시간 스탬프 (time stamp)" 가 제공될 수 있다. 그러나, 일반적으로, 이것은, 데이터가 그 측정의 소수의 데이터 프레임내에서 전송되므로 필수적인 것은 아니며, 문제가 있다면 재생성될 수 있다. 그렇지 않다면, 이 시스템은, 타이밍 스탬핑이 소망되는 수준의 정확도를 유지하는데 이용되지 않을 경우, 고정 타이밍 슬롯 및 보고 요건을 이용할 수도 있다.

Ⅲ. 이용 가능한 파라미터

바람직한 실시예에서, 본 발명은 2 개의 파라미터: 레인지 및 레인지 레이트를 사용한다. 이 파라미터는 사용자 단말기 (106) 와 위성 (104) 사이의 공간 및 시간 관계를 나타낸다. 이하, 이 파라미터들과 그것의 측정 및 애플리케이션을 설명한다.

도 6 은 지구의 표면에, 이러한 파라미터들을 나타내는 이소-컨투어 (iso-contour) 의 투영 (projection) 을 나타낸다. 파라미터의 이소-컨투어는 파라미터의 값이 동일한 모든 점을 연결한 곡선이다. 도 6 은 위성 (104) 의 서브-포인트 (614) (즉, 위성 바로 아래에 있는 지구 표면 상의 점) 을 나타내고, 지구 표면 상에, 위성 (104) 과 관련된 레인지 및 레인지 레이트 파라미터에 대한 이소-컨투어의 투영을 나타낸다. 2 개의 축, 수천 킬로미터로 눈금을 매긴, x-축 (602A) 및 y-축 (602B) 은 표준 스케일을 예시하기 위해 제공된다.

레인지

레인지 파라미터는 위성과 사용자 단말기 사이의 거리를 나타낸다. 본 발명의 바람직한 실시예에서, 레인지 파라미터는 위성 (104) 과 사용자 단말기 (106) 사이의 거리 (R) 이다. 일반적으로 도 6 의 (604) 로 나타낸 바와 같이, 지구 표면상에 이소-R 컨투어의 투영은 관련 위성 아래에 중심을 둔 원을 나타낸다. 본 발명의 바람직한 실시예에서는, 위성 (104) 으로부터 사용자 단말기 (106) 로 전송되고 동일 위성 (104) 으로 되돌아가는 신호의 라운드-트립 지연 (round-trip delay; RTD) 를 측정함으로써 R 을 얻는다. 그 후, 일방 지연을 생성하기 위해 RTD 를 2 로 나누고, 그 결과에 신호 속도를 나타내는 빛의 속도를 곱하여 R 을 결정한다. 또 다른 실시예에서는, RTD 를 레인지 파라미터로서 사용한다.

본 발명의 바람직한 실시예에서는, 다음 방법으로 RTD 를 측정한다. 먼저, 공지된 러닝 PN 시퀀스 또는 확산 코드를 포함한 신호가 게이트웨이 (102) 에 의해 전송된다. 이 신호는 위성 (104) 에 의해 사용자 단말기 (106) 로 중계된다. 사용자 단말기 (106) 는 이 신호를 즉시 또는 기지 (旣知)의 지연 후에 재전송한다. 이 재전송된 신호는 동일한 위성 (104) 에 의해 게이트웨이 (102) 로 재중계된다. 그 후, 게이트웨이 (102) 는 수신된 신호의 PN 시퀀스의 상태를 로컬 PN 시퀀스의 상태와 비교한다. 그 후, 상태의 차이는 게이트웨이 (102) 와 위성 (104) 사이의 기지 (旣知)의 지연을 포함하는 총 RTD 를 결정하는데 이용된다. 당업계에 공지된 바와 같이, 이러한 지연은, 위성 (104) 과 게이트웨이 (102) 사이의 거리가 게이트웨이 (102) 에 의해 유지되기 때문에 공지되어 있다. 총 RTD (round-trip-delay) 에서 이 기지 (旣知)의 지연을 감산하여 RTD 를 얻는다. 기지 (旣知)의 위성 이페메라이드 (ephemerides) 를 이용할 경우, 게이트웨이 (102) 와 위성 (104) 사이의 기지 (旣知)의 지연을 당업계에 공지된 각종 방법으로 계산한다.

관련 기술분야의 당업자에게 분명하듯이, 본 발명의 사상 및 범위에 벗어남 없이 다른 방법들이 R을 구하는데 채용될 수 있다.

본 발명의 바람직한 실시예에서, 콜 (call) 중 또는 콜 확립 중에 라운드-트립 지연이 측정될 수 있다. 이 측정이 콜 확립 중에 일어난다면, 측정된 신호는 보통 페이징 신호의 일부로서 게이트웨이 (126) 로부터 사용자 단말기 (106) 로 전송된다. 이 측정이 콜 (call) 중에 일어난다면, 측정된 신호는 보통 게이트웨이 (102) 로부터 사용자 단말기 (106) 로 트래픽 신호의 일부로서 다시 전송된다. 관련 기술분야의 당업자에게 분명하듯이, 측정된 신호는, 본 발명의 사상 및 범위에 벗어남 없이 다른 타입의 신호일 수도 있으며, 다른 신호에 포함될 수도 있다.

레인지-레이트. 레인지-레이트 파라미터는 사용자 단말기 (106) 와 위성 (104) 사이의 상대 방사 속도 (relative radial velocity) 를 나타낸다. 본 발명의 바람직한 실시예에서, 레인지-레이트 파라미터는 사용자 단말기 (106) 와 위성 (104) 사이의 상대 방사 속도 ($\dot{R}$) 이다. 본 발명의 다른 실시예에서, 레인지-레이트 파라미터는 사용자 단말기 (106) 과 위성 (104) 사이에서 전달된 신호에서의 도플러 시프트 RTDop 이다. $\dot{R}$ 은 RTDop 에 광속을 곱하고 중심 반송주파수로 나눔으로써 계산될 수 있다. 도 6 의 606 에 일반적으로 도시된 바와 같이, 지구표면상의 iso-RTDop 컨투어의 투영은, 관련 위성의 속도벡터 (616) 에 대해 대칭인, 일군의 쌍곡선같은 곡선을 나타낸다. 위성 (104) 의 서브-포인트 (614) 를 관통하는 RTDop = 0 컨투어는 직선을 나타낸다.

본 발명의 바람직한 실시예에서, $\dot{R}$ 은, 아래의 방법에 의해, 2개의 주파수 측정치 (사용자 단말기 (106) 에서의 측정치, 및 게이트웨이 (102) 에서의 측정치) 를 취함으로써 결정된다. 사용자 단말기 (106) 은 위성 (104) 을 통해 게이트웨이 (102) 로부터 수신된 신호의 주파수를 측정하여 이 주파수를 게이트웨이 (102) 에 보고한다. 게이트웨이 (102) 는 동일한 위성 (104) 을 통해 사용자 단말기 (106) 로부터 수신된 신호의 주파수를 측정한다. 따라서, 2개의 주파수측정은 게이트웨이 (102) 에서 사용가능하다. 바람직한 실시예에서, 주파수들은 로컬 오실레이터 주파수에 대하여 측정된다. 그후, 실제 주파수는 아래 논의된 바와 같이 얻어질 수 있다. 이 기술은, 출원번호 (양수될 예정이며, 대리인 참조번호 PA300 임) 를 갖는 "Determination Of Frequency Offsets In Communication Systems" 의 공유된 계류 중인 출원에 개시되어 있으며, 이는 여기서 참조로 포함된다.

이들 측정치는, 2개의 미지수, 즉, 사용자 단말기 (106) 의 로컬 오실레이터의 표준화된 오프셋 f_{off}/f_0 과 상대 방사 속도 $\dot{R}$ 를 갖는 2개의 방정식에 의해 나타낼 수 있다. 이 방정식 쌍을 이 2개의 미지수에 대해 풀어서, $\dot{R}$ 뿐 아니라 f_{off}/f_0 를 산출하는데, 관련 기술분야의 당업자에게 분명하듯이, 이는 위성통신시스템 동작의 다른 양태에서도 유용한 측정치이다.

이들 두 방정식의 유도는 도 7a 와 도 7b 에 도시되어 있다. 도 7a 는 사용자 단말기 (106) 에서 측정된 주파수의 성분들을 도시한 것이다. 도 7b 는 게이트웨이 (102) 에서 측정된 주파수의 성분들을 도시한 것이다.

$\dot{R}$ = 위성 (104) 과 사용자 단말기 (106) 사이의 상대 방사 속도

c = 전파속도 (광속)

f_F = 포워드 링크 공칭 주파수

f_R = 리버스 링크 공칭 주파수

f_0 = 사용자 단말기 (106) 의 로컬 오실레이터의 공칭 주파수

f_{off} = 사용자 단말기 (106) 의 로컬 오실레이터의 주파수 오프셋

$f_{off/f0}$ = 사용자 단말기 (106) 의 로컬 오실레이터의 정규화된 주파수

도 7a 를 참조하면, 사용자 단말기 (106) 에서 측정된 주파수는 다음 수학식 1 로 주어진다.

수학식 1

$$f_{meas,UT} = f_F\left(-\frac{\dot{R}}{c} - \frac{f_{off}}{f_0}\right) \qquad (1)$$

도 7b 를 참조하면, 게이트웨이 (102) 에서 측정된 주파수는 다음 수학식 2 로 주어진다.

수학식 2

$$f_{meas,GW} = f_R\left(-\frac{\dot{R}}{c} + \frac{f_{off}}{f_0}\right) \qquad (2)$$

이 관계식에 따라, 수학식 1 과 수학식 2 를 가감하여 주파수 오프셋과 상대 방사 속도를 모두 얻는다.

수학식 3

$$R = \frac{c}{2}\left(\frac{(f_{meas,GW})}{f_R} + \frac{(f_{meas,UT})}{f_F}\right) \qquad (3)$$

수학식 4

$$\frac{f_{off}}{f_0} = \frac{1}{2}\left(\frac{(f_{meas,GW})}{f_R} - \frac{(f_{meas,UT})}{f_F}\right) \qquad (4)$$

관련 기술분야의 당업자에게 분명하듯이, 본 발명의 사상과 범위에 벗어남 없이 다른 방법들이 $\dot{R}$ 을 얻는데 채용될 수 있다.

본 발명의 바람직한 실시예에서, 주파수 측정은 콜 중이나 콜 확립 중에 일어날 수 있다. 이 측정이 콜 확립 중에 일어난다면, 사용자 단말기 (106) 에서 측정되는 신호는 페이징 신호이고, 게이트웨이 (102) 에서 측정되는 신호는 액세스 신호이다. 이 측정이 콜 중에 일어난다면, 사용자 단말기 (106) 및 게이트웨이 (102) 에서 측정되는 신호는 트래픽 신호이다. 관련 기술분야의 당업자에게 분명하듯이, 본 발명의 사상과 범위에 벗어남 없이 다른 신호들이 사용될 수도 있다.

Ⅳ. 위치결정 방법

상기 2개의 파라미터는 사용자 단말기 (106) 의 위치를 결정하는데 사용될 수 있다. 본 발명의 이해를 돕는 것으로서, 상기 파라미터의 물리적 표현은 지구표면에 투영된 이소(iso)-파라미터 컨투어로서 제시된다.

본 발명의 바람직한 실시예에서, 위치 결정은 레인지와 레인지-레이트 파라미터에 기초한다. 도 6 에서, 레인지 파라미터는 R 이고 레인지-레이트 파라미터는 RTDop 이다. 도 6 을 참조하면, 하나의 iso-R 컨투어가 604 에서 일반적으로 도시되어 있는데, 이는 사용자 단말기 (106) 와 위성 (104) 사이의 2000km 의 레인지를 나타내는 원을 형성한다.

또한, 도 6 은 통상적으로 (606) 에서 나타낸 바와 같이, 이소-RTDop 컨투어의 패밀리를 나타낸다. 이소-RTDop 컨투어는 쌍곡선형이고, 위성 (104) 의 속도 벡터 (616) 에 대해 대칭적이다. 각 RTDop 컨투어는 위상 (104) 에 대해 동일한 도플러 효과를 나타내는 지구 표면상에 상기 포인트들을 연결한 것이다. 이소-RTDop 컨투어는 kHz 단위로 나뉘어져 있고, RTDop=0 컨투어는 위성 (104) 의 서브 포인트 (614) 를 통해 통과한다.

이 위치 결정법은 2 가지 문제점을 가지고 있다. 첫번째 문제는 위치 모호성 (position ambiguity) 이다. 예를들면, R = 2000 km 및 RTDop = + 30 kHz 인 경우를 살펴보자. 도 6 을 참조하면, R = 2000 km 컨투어는 2 개의 포인트, 즉, 610A 및 610B 에서 RTDop = + 30 kHz 컨투어와 교차한다. 더이상의 정보 없이는, 사용자 단말기 (106) 가 610A 또는 610B 에 있는지의 여부를 결정할 수 없다. 따라서, 해결책이 모호하다.

두번째 문제는 GDOP (Geometric Dilution of Precision) 으로서 공지되어 있는 것이다. GDOP "특이성 (singularity)" 은, 측정시 작은 오차가 상기 위치 해법에서의 큰 에러를 야기할 때에 발생한다. 도 6 에서 포인트 610C 로 도시된 바와 같이, 레인지 및 레인지-레이트 컨투어가 접선 또는 거의 접선인 경우, 이들 파라미터에 있어서의 작은 에러는 큰 위치 에러를 발생시킬 수 있다. 더 이상의 위치 정보 없이, 레인지 및 레인지-레이트만을 이용하는 위치 결정법은 GDOP 특이성을 경험할 수 있다.

이들 문제는 2 가지 이상의 방법으로 해결할 수 있다. 첫번째, 부가적인 정보가 위치 모호성 및 GDOP 특이성 모두를 해결할 수 있다. 이 정보는 부가적인 측정에 의해서, 또는 위성 빔이 이용되는 것과 같은 다른 파라미터의 이용을 통해서 제공될 수도 있다. 이러한 기술중 하나가, (대리인 참조 번호 PD456 로 양도되는) 출원 번호를 갖는 "Ambiguity Resolution For Ambiguous Position Solutions Using Satellite Beams" 라는 제목으로 공동 출원되어 공개된 기술이다. 두번째, 자신의 최종 공지의 위치와 같은 사용자 단말기 (106) 위치의 양호한 추정을 개시함으로써 그 문제를 해결할 수 있다.

도 8 은 본 발명의 바람직한 실시예의 동작을 나타낸 흐름도이다. 단계 802 에서는, 하나 이상의 레인지 파라미터를 상술한 바와 같이 결정할 수 있다. 단계 806 에서는, 하나 이상의 레인지-레이트 파라미터를 상술한 바와 같이 결정할 수 있다. 그후, 단계 810 에서는, 이하 설명하는 바와 같이, 위성의 기지 (旣知)의 위치와 속도, 및 레인지 및 레인지-레이트 파라미터에 기초하여, 지구 표면상의 사용자 단말기의 위치를 결정한다.

V. 위치 결정 실행

위치 결정 실행을 상세하게 설명하기 전에, 먼저 본 발명의 위치 결정 방법을 수행할 수 있는 예시적인 환경을 설명하는 것이 유용하다. 도 9 는 예시적인 환경을 설명하는 블록 다이어그램이다. 이 환경은 제어 프로세서 (220) 및/또는 제어 프로세서 (320) 의 일부를 형성할 수 있는 컴퓨터 시스템 (900) 이다. 컴퓨터 시스템 (900) 은 프로세서 (904) 와 같은 하나 이상의 프로세서를 포함한다. 프로세서 (904) 는 통신 버스 (906) 에 접속된다. 본 예시적인 컴퓨터 시스템의 관점에서 다양한 실시예를 설명한다. 본 상세설명을 숙독한 후에, 다른 컴퓨터 시스템, 컴퓨터 구조, 하드웨어 상태 기계, 룩업 테이블 등 및 그들의 각종 조합을 이용하여 본 발명의 위치 결정법을 수행하는 방법은 당업자에게 명백하다.

또한, 컴퓨터 시스템 (900) 은 주 메모리 (908) (바람직하게는 램 (RAM)) 을 포함하고, 보조 메모리 (910) 를 포함한다. 보조 메모리 (910) 는, 예를 들어, 하드 디스크 드라이브 (912) 및/또는 플로피 디스크 드라이브, 마그네틱 테이프 드라이브, 광학 디스크 드라이브 등을 의미하는 착탈형 저장 드라이브 (914) 를 포함한다. 착탈형 저장 드라이브 (914) 는 공지된 방식으로 착탈형 저장 유닛 (918) 으로부터 판독 및/또는 착탈형 저장 유닛 (918) 에 기록된다. 착탈형 저장 유닛 (918) 은 플로피 디스크, 자기 테이프, 광학 디스크 등을 포함한다. 알 수 있는 바와 같이, 착탈형 저장 유닛 (918) 은 컴퓨터 소프트웨어 및/또는 데이터가 저장된 컴퓨터 이용가능 저장 매체를 포함한다.

다른 실시예에 있어서, 보조 메모리 (910) 는, 컴퓨터 프로그램 또는 다른 명령을 컴퓨터 시스템 (900) 으로 로딩되도록 하는 유사한 다른 수단을 포함할 수 있다. 그러한 수단은, 예를 들어, 착탈형 저장 유닛 (922) 및 인터페이스 (920) 를 포함할 수 있다. 일 예는 프로그램 카트리지 및 카트리지 인터페이스 (예를 들어, 비디오 게임 디바이스에서 발견됨), 착탈형 메모리 칩 (EPROM, 또는 PROM) 및 관련 소켓, 및 소프트 웨어와 데이터를 착탈형 저장 유닛 (922) 으로부터 컴퓨터 시스템 (900) 으로 전송되게 하는 인터페이스 (920) 와 또 다른 착탈형 저장 유닛 (922) 을 포함할 수 있다.

또한, 컴퓨터 시스템 (900) 은 통신 인터페이스 (924) 를 포함한다. 통신 인터페이스 (924) 는, 컴퓨터 시스템 (900) 과 외부 디바이스 사이의 통신 경로 (926) 통해 소프트웨어 및 데이터가 전송되도록 한다. 통신 인터페이스 (924) 의 일례는 모뎀, 네트워크 인터페이스 (예를 들어, 이더넷 카드), 통신 포트 등을 포함한다. 통신 인터페이스 (924) 를 통해 전송되는 소프트웨어 및 데이터는, 통신 경로 (926) 를 통해 통신 인터페이스 (924) 에 의해 수신 가능한 전자 신호, 전자기 신호, 광학 신호 또는 다른 신호일 수도 있는 신호형태이다.

본 발명의 위치 결정 방법의 동작은 본 실시예의 환경에 관하여 설명된다. 이들 용어의 설명은 단지 편리성을 위해 제공하는 것이다. 본 발명의 위치 결정 방법의 동작은, 본 실시예의 환경의 이용에 제한되는 것으로 의도하고 있지는 않다. 실제로, 다음의 설명을 읽은 후, 당업자는, 본 발명의 위치 결정 방법을 다른 환경에서 어떻게 실행하는지에 관하여 알수 있을 것이다.

본 발명의 일 실시예에서, 사용자 단말기 (106) 의 위치는 컴퓨터 시스템 (900) 상에서 아래에 설명된 위치 결정법을 실행함으로써 결정된다. 당업자가 분명히 알 수 있는 바와 같이, 그 위치 결정법은 본 발명의 범위 및 사상을 벗어나지 않고 하드웨어 상태 기계, 룩업 테이블, 또는 기타 장치에 의해 실행될 수 있다.

본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, z 로 표시된 변수들의 M ×1 벡터는 위치 결정에 사용되는 M 개의 파라미터들로 구성된다. 벡터 z 는 하나 이상의 상술한 각각의 파라미터를 포함할 수 있다. 공지된 바와 같이, 이 파라미터들은, 다음식,

수학식 5

$$\mathbf{x} = [lat \;\; long]^T \qquad (5)$$

삭제

으로 표시되는 2차원의 사용자 단말기 위치 벡터 x 의 비선형 함수들이며, 여기서, 윗첨자 "T" 는 행렬 또는 벡터의 전치 (transpose) 를 나타내는데,

수학식 6

$$\mathbf{z} = \mathbf{h}(\mathbf{x}) + \mathbf{v} \qquad (6)$$

삭제

에 따라, M ×1 벡터 v 는 측정 오차를 나타내며, h 는 측정 변수와 사용자 단말기 (106) 의 위치간의 관계를 나타내는 비선형 함수이다. 또한, h 는 위성 (104A 및 104B) 의 속도와 위치의 함수이다. 또다른 실시예에서, 사용자 단말기의 위치 벡터 x 는, 식 (7) 에 표시된 바와 같이, 위도 및 경도 보다는 3 개의 직교 좌표 (Cartesian coordinates) 에 의해 정의될 수 있다. 즉,

수학식 7

$$x = [x\ y\ z]^T \qquad (7)$$

삭제

가우스 선형화 방법에 의하면, M ×K 편미분 행렬 H 은 사용자 단말기의 위치를 풀도록 구성되며, 이 때, K 는 위치의 미지수이고, (m,k) 원소는 소정의 위치 x 에서 결정되는, k 번째 위치 파라미터에 대한 m 번째 측정값의 편미분이다. 예를 들면, 식 5 에서와 같이, 위치 벡터가 위도 및 경도를 나타내는 경우라면, K 는 2 이고, 행렬 H 의 k = 1 인 열의 원소들은 사용자 단말기 (106) 의 위도에 대한 편미분을 나타내며, k = 2 인 열의 원소들은 사용자 단말기 (106) 의 경도에 대한 편미분을 나타낸다. 위치 벡터가 직교 좌표 (K = 3) 일 경우, H 의 k = (1,2,3) 열은 각각 (x,y,z) 좌표를 나타낸다. 직교 좌표를 사용할 경우, 이 좌표의 제곱의 합이 지구 반경의 제곱인 것을 나타내기 위하여 추가적인 식이 사용된다. x 와 H 간의 관계는,

수학식 8

$$H = H(x) = \frac{\partial h}{\partial x}(x) \qquad (8)$$

삭제

으로 주어진다.

반복적인 가중 최소 제곱 방법은 미지의 위치 파라미터를 푸는데 사용된다.

본 발명의 바람직한 실시예에서, 사용된 방법은 H. W. Sorenson 의 Parameter Estimation - principles and Problems, New York, Marcel Dekker, 1980 에 기재되어 있는 가중 가우스-뉴튼 (weighted Gauss-Newton) 방법이다. 반복식 (iterative equation) 은,

수학식 9

$$\hat{x}_{i+1} = \hat{x}_i + (\hat{H}^T W \hat{H})^{-1} \hat{H}^T W(z - \hat{z}) \qquad (9)$$

삭제

으로 주어지며, 여기서, $\hat{x}_i$ 및 $\hat{x}_{i+1}$ 은 각각 현재의 위치 추정치 및 다음의 위치 추정치이며, W 는 M × M 가중 행렬이다. 아래첨자 i 는 반복 횟수를 나타내고, i=0 은 제 1 반복을 나타낸다. 위치 추정에 기초한 행렬 또는 벡터는 윗첨자 "^" 로 표시된다. 사용자 단말기 (106) 의 최종 공지의 위치와 같은 기준점이 초기 위치 추정치로 선택된다. 최종 위치가 알려지지 않을 경우에는, 게이트웨이 (102) 의 위치와 같은 어떠한 위치도 사용될 수 있다.

다음식,

수학식 10

$$\hat{H} = H(\hat{x}_i) \qquad (10)$$

삭제

은 현재의 위치 추정치에서 결정되는 편미분 행렬이며, 다음식

수학식 11

$$\hat{z} = h(\hat{x}_i) \qquad (11)$$

삭제

은 현재의 위치 추정치를 이용하여 결정되는 기대 오차 제로의 (error-free) 파라미터들이다. $\hat{x}_i$ 와 $\hat{x}_{i+1}$ 간의 차가 소정의 임계값 이하로 떨어질 때, 반복 작업이 종료된다. 당업자들에게는 명백한 바와 같이, 이 임계값은 시스템 정확도에 기초하여 시스템 설계자 및/또는 운영자에 의해 결정된다. 예를 들어, 이 임계값은 측정치의 칩 정확도 및 칩 속도에 기초할 수 있다.

M ×M 가중 행렬 (W) 의 성분은, 미지수보다 더 많은 파라미터가 있을 때, 추정위치 ($\hat{X}$) 에 대한 특정 파라미터의 영향을 강조하는 수단을 제공한다. 바람직한 실시예에서, 가중 행렬 (W) 은 대각 행렬이고 그 성분은 상대적인 정확도를 반영하고 그 성분으로 각각의 파라미터가 결정될 수 있다. 그러므로, 당업자에게 명백한 바와 같이, 이 성분들의 값은 시스템의 공지된 측정정확도에 기초하여 설정된다. 따라서, 매우 정확한 측정에 근거한 파라미터는 정확하게 측정될 수 없는 파라미터보다 더 중요하다. 가중 행렬의 성분은 예정된 값으로 초기화되나, 동적으로 조정될 수 있다. 가중 행렬이 측정에러 공분산 행렬의 역행렬로서 선택된다면, 최적의 정확도가 얻어진다.

상기 측정 에러들이 상호 독립 (mutually independent) 이고, 제로 평균과

수학식 12

$$\sigma_m^2 \ , \ m = 1, 2, \ldots, M \qquad (12)$$

의 분산을 가지면, W 는 대각 성분으로서 σ^2_M 을 갖는 대각 행렬이다.

이 W 의 선택으로, 추정 위치벡터 **x** 의 k 번째 성분의 분산은 다음과 같이 주어진다:

수학식 13

$$\sigma_k^2 = (H^T W H)^{-1}_{k,k} \ , \ k = 1,2. \qquad (13)$$

최종적으로, 조합된 이론적인 수평위치에러 (단위가 거리임) 는 다음과 같이 주어진다:

수학식 14

$$\sigma_{pos} = R_E \sqrt{\sigma_{k=1}^2 + \sigma_{k=2}^2 \cos^2(lat)} \qquad (14)$$

여기서, R_E 는 지구반지름이다.

바람직한 실시예에서, 위치결정방법은 지구표면에 대한 스무스 타원면 모델 (smooth ellipsoid model) 을 사용한다. 다른 실시예에서, 위치결정방법은 WGS-84 지구모델과 같은 지구표면에 대한 스무스 타원면모델을 초기에 사용한다. $\hat{x}_i$ 와 $\hat{x}_{i+1}$ 간의 차이가 소정의 임계값 미만이 되도록 x 값이 수렴할 때, 상세한 디지털 영역 모델은 스무스 모델로 대체되며,

$\hat{x}_i$ 와 $\hat{x}_{i+1}$ 간의 차이가 제 2 의 소정 거리 임계값 미만이 되도록 x 값이 수렴할 때까지 계속 반복된다. 따라서, 사용자 단말기 의 고도에 의해서 발생된 모든 에러는 경감된다. 다른 실시예에서, 상세한 디지털 영역 모델은 소정 횟수의 반복 후 대체된다. 거리 임계값 및 상술된 반복횟수는, 당업자에게 명백한 바와 같이, 다양한 인자에 따라 결정된다.

VI. 결론

본 발명의 다양한 실시예가 상술되어 있지만, 이들 실시예는 한정을 의미하는 것이 아니라 예시로서 나타낸 것임을 알 수 있을 것이다. 관련분야의 숙련자라면 본 발명의 취지 및 범위로부터 일탈함이 없이 명세서내에서 형태 및 상세를 다양하게 변화시킬 수 있다는 것을 알 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명은 상술된 전형적인 실시예에 의해서 한정되지는 않으나, 단지 첨부된 청구범위 등에 따라서 범위가 정해진다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

위성통신 시스템을 위한 위치 결정 시스템으로서,

사용자 단말기;

기지 (旣知)의 위치와 기지 (旣知)의 속도를 갖는 위성;

상기 위성을 통해 상기 사용자 단말기와 통신하는 게이트웨이;

레인지 파라미터를 결정하는 레인지 파라미터 결정 수단;

제 1 신호 및 제 2 신호의 주파수 측정치를 나타내는 레인지-레이트 파라미터를 결정하는 레인지-레이트 파라미터 결정 수단;

상기 게이트웨이로부터 상기 위성을 통해 수신되는 상기 제 1 신호의 주파수를 측정하기 위한 상기 사용자 단말기내의 제 1 주파수 측정 수단;

상기 제 1 신호의 상기 주파수 측정치를 상기 게이트웨이로 전송하는 상기 사용자 단말기내의 전송 수단;

상기 사용자 단말기로부터 상기 위성을 통해 수신되는 상기 제 2 신호의 주파수를 측정하기 위한 상기 게이트웨이내의 제 2 주파수 측정 수단; 및

상기 위성의 상기 기지의 위치와 기지의 속도, 상기 레인지 파라미터, 및 상기 레인지-레이트 파라미터에 기초하여, 지구 표면상의 상기 사용자 단말기의 위치를 결정하는 상기 게이트웨이내의 위치 결정 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 위치 결정 시스템.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 레인지 파라미터는 상기 위성과 상기 사용자 단말기 사이의 거리를 나타내는 것을 특징으로 하는 위치 결정 시스템.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 레인지 파라미터는 라운드-트립 지연을 나타내며,

신호의 라운드-트립 지연을 측정하는 상기 게이트웨이내의 라운드-트립 지연 측정 수단으로서, 상기 신호는 상기 게이트웨이로부터 상기 위성을 통해 상기 사용자 단말기로 송신되고 상기 사용자 단말기로부터 상기 위성을 통해 상기 게이트웨이로 재송신되는, 상기 라운드-트립 지연 측정 수단을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 위치 결정 시스템.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 레인지-레이트 파라미터는 상기 위성과 상기 사용자 단말기 사이의 상대 방사 속도 (relative radial velocity) 를 나타내는 것을 특징으로 하는 위치 결정 시스템.

청구항 5.

삭제

청구항 6.

위성통신 시스템을 위한 위치 결정 시스템으로서,

사용자 단말기;

기지 (旣知)의 위치와 기지 (旣知)의 속도를 갖는 위성;

상기 위성을 통해 상기 사용자 단말기와 통신하는 게이트웨이;

레인지 파라미터를 결정하는 레인지 파라미터 결정 수단;

레인지-레이트 파라미터를 결정하는 레인지-레이트 파라미터 결정 수단; 및

상기 위성의 상기 기지의 위치와 기지의 속도, 상기 레인지 파라미터, 및 상기 레인지-레이트 파라미터에 기초하여, 지구 표면상의 상기 사용자 단말기의 위치를 결정하는 상기 게이트웨이내의 위치 결정 수단을 구비하며,

상기 위치 결정 수단은,

상기 파라미터를 포함하는 M×1 파라미터 벡터 **z** 를 발생하는 수단으로서, 상기 M 은 결정된 파라미터의 갯수인, 상기 발생 수단;

초기 기준점을 나타내는 위치 벡터 **x** 를 발생하는 수단;

상기 위성의 상기 기지의 위치와 상기 기지의 속도, 및 지구의 형상을 나타내는 지구 모델에 관한 정보를 포함하는 편미분 행렬 **H** 을 발생하는 수단으로서, **x** 와 **H** 사이의 관계는,

$$\mathbf{H} = \mathbf{H}(\mathbf{x}) = \frac{\partial \mathbf{h}}{\partial \mathbf{x}}(\mathbf{x})$$

인, 상기 편미분 행렬 발생 수단;

특정 파라미터의 영향을 강조하기 위하여 M×M 가중 행렬 **W** 을 발생시키는 수단; 및

$$\hat{\mathbf{x}}_{i+1} = \hat{\mathbf{x}}_i + (\hat{\mathbf{H}}^T \mathbf{W} \hat{\mathbf{H}})^{-1} \hat{\mathbf{H}}^T \mathbf{W}(\mathbf{z} - \hat{\mathbf{z}})$$

의 반복식을 실행하는 수단으로서, $\hat{x}_i$와 $\hat{x}_{i+1}$간의 차가 제 1 의 소정 임계값 이하로 떨어질때까지, $\hat{x}_i$ 및 $\hat{x}_{i+1}$은 현재의 위치 추정치 및 그 다음 위치 추정치를 각각 나타내고, i 는 반복 횟수를 나타내는, 상기 실행 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 위치 결정 시스템.

청구항 7.

제 6 항에 있어서,

상기 위치 결정 수단은,

$\hat{x}_i$ 와 $\hat{x}_{i+1}$ 간의 차가 제 2 의 소정 임계값 이하로 떨어질때까지는 지구의 스무스 (smooth) 모델을 사용하고, 그 이후에는 지구의 상세한 디지털 지형 모델을 사용하는 수단을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 위치 결정 시스템.

청구항 8.

제 6 항에 있어서,

상기 가중 행렬 W 은 측정 에러 공분산 행렬의 역행렬인 것을 특징으로 하는 위치 결정 시스템.

청구항 9.

제 6 항에 있어서,

상기 위치 결정 수단은 첫번째 n 번의 반복 동안에는 지구의 스무스 모델을 사용하고, 그 이후에는 지구의 상세한 디지털 지형 모델을 사용하는 수단을 더 구비하되, 상기 n 은 소정의 수인 것을 특징으로 하는 위치 결정 시스템.

청구항 10.

사용자 단말기, 기지 (旣知)의 위치와 기지 (旣知)의 속도를 갖는 위성, 및 상기 위성을 통해 상기 사용자 단말기와 통신하는 게이트웨이를 구비하는 통신 시스템에서, 사용자 단말기의 위치를 결정하는 방법으로서,

(a) 상기 위성에 대하여 레인지 파라미터를 결정하는 단계;

(b) 상기 위성에 대하여 레인지-레이트 파라미터를 결정하는 단계; 및

(c) 상기 위성의 기지의 위치와 기지의 속도, 상기 레인지 파라미터, 및 상기 레인지-레이트 파라미터에 기초하여, 지구 표면상의 사용자 단말기의 위치를 결정하는 단계를 포함하며,

상기 (b) 단계는,

(i) 상기 게이트웨이로부터 상기 위성을 통해 수신되는 제 1 신호의 주파수를 상기 사용자 단말기에서 측정하는 단계;

(ii) 상기 제 1 신호의 상기 주파수 측정치를 상기 게이트웨이로 전송하는 단계;

(iii) 상기 사용자 단말기로부터 상기 위성을 통해 상기 게이트웨이로 제 2 신호를 송신하는 단계; 및

(iv) 상기 사용자 단말기로부터 상기 위성을 통해 수신되는 제 2 신호의 주파수를 상기 게이트웨이에서 측정하는 단계를 더 포함하되,

상기 레인지-레이트 파라미터는 상기 제 1 및 제 2 신호의 상기 주파수 측정치를 나타내는 것을 특징으로 하는 위치 결정 방법.

청구항 11.

제 10 항에 있어서,

상기 레인지 파라미터는 상기 위성과 상기 사용자 단말기 사이의 거리를 나타내는 것을 특징으로 하는 위치 결정 방법.

청구항 12.

제 10 항에 있어서,

상기 레인지 파라미터는 라운드-트립 지연을 나타내며,

상기 (a) 단계는,

(i) 상기 게이트웨이에서, 신호의 라운드-트립 지연을 측정하는 단계로서, 상기 신호는 상기 게이트웨이로부터 상기 위성을 통해 상기 사용자 단말기로 송신되고 상기 사용자 단말기로부터 상기 위성을 통해 상기 게이트웨이로 재송신되는, 상기 측정 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 위치 결정 방법.

청구항 13.

제 10 항에 있어서,

상기 레인지-레이트 파라미터는 상기 위성과 상기 사용자 단말기 사이의 상대 방사 속도를 나타내는 것을 특징으로 하는 위치 결정 방법.

청구항 14.

삭제

청구항 15.

기지 (旣知)의 위치와 기지 (旣知)의 속도를 갖는 하나 이상의 위성 및 상기 위성을 통해 사용자 단말기와 통신하는 게이트웨이를 구비하는 통신 시스템에서의 사용자 단말기로서,

상기 게이트웨이로부터 상기 위성을 통해 수신되는 제 1 신호를 재송신하는 수단,

상기 위성을 통해 상기 게이트웨이에 의해 송신되는 제 2 신호의 주파수를 측정하는 수단,

상기 게이트웨이로 상기 주파수 측정치를 전송하는 수단, 및

상기 위성을 통해 상기 게이트웨이로 제 3 신호를 송신하는 수단을 구비하되,

지구 표면상의 상기 사용자 단말기의 위치는 상기 재송신된 제 1 신호, 상기 주파수 측정치, 상기 제 3 신호, 및 상기 위성의 기지의 위치와 기지의 속도에 기초하여 결정하는 것을 특징으로 하는 사용자 단말기.

청구항 16.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 신호의 상기 주파수를 상기 제 1 신호의 공칭 주파수로 나누어서 제 1 비율을 생성하는 수단;

상기 제 2 신호의 상기 주파수를 상기 제 2 신호의 공칭 주파수로 나누어서 제 2 비율을 생성하는 수단; 및

상기 제 1 및 제 2 비율의 합과 광속의 $\frac{1}{2}$ 을 곱하여 상기 레인지-레이트 파라미터를 획득하는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 위치 결정 시스템.

청구항 17.

제 10 항에 있어서,

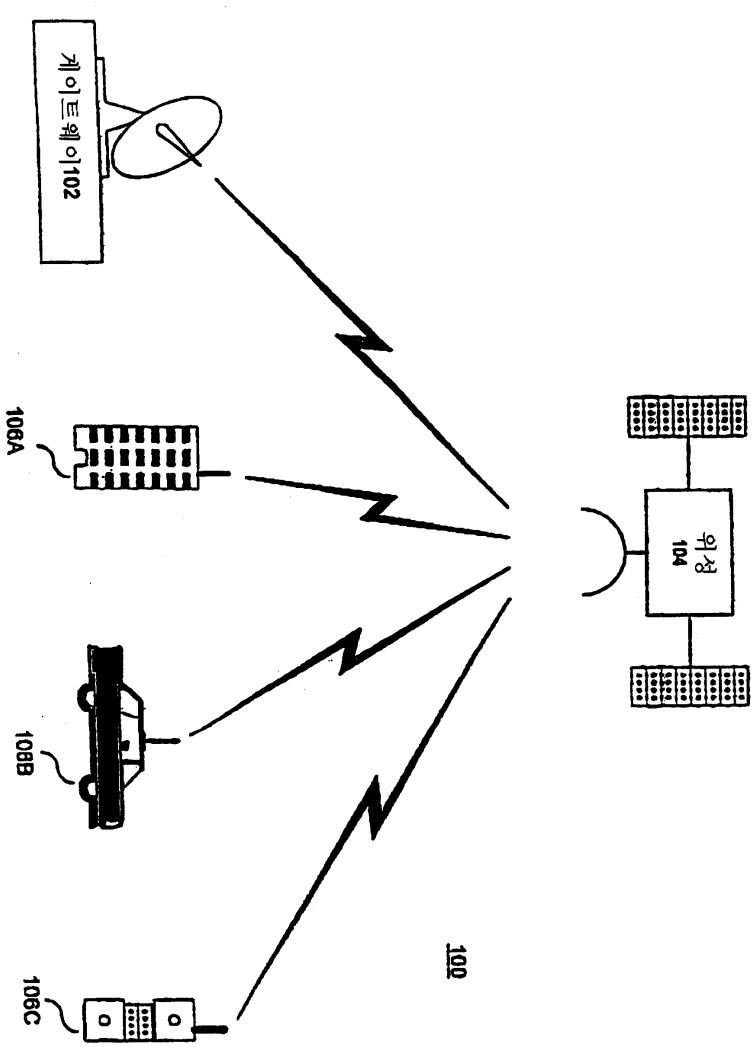
상기 제 1 신호의 상기 주파수를 상기 제 1 신호의 공칭 주파수로 나누어서 제 1 비율을 생성하는 단계;

상기 제 2 신호의 상기 주파수를 상기 제 2 신호의 공칭 주파수로 나누어서 제 2 비율을 생성하는 단계; 및

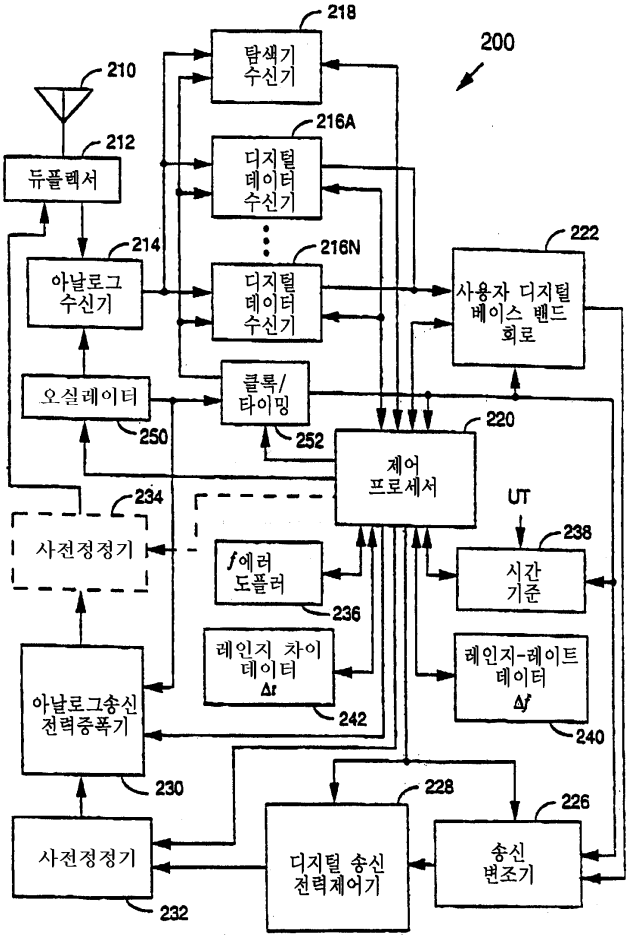
상기 제 1 및 제 2 비율의 합과 광속의 $\frac{1}{2}$ 을 곱하여 상기 레인지-레이트 파라미터를 획득하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 위치 결정 방법.

도면

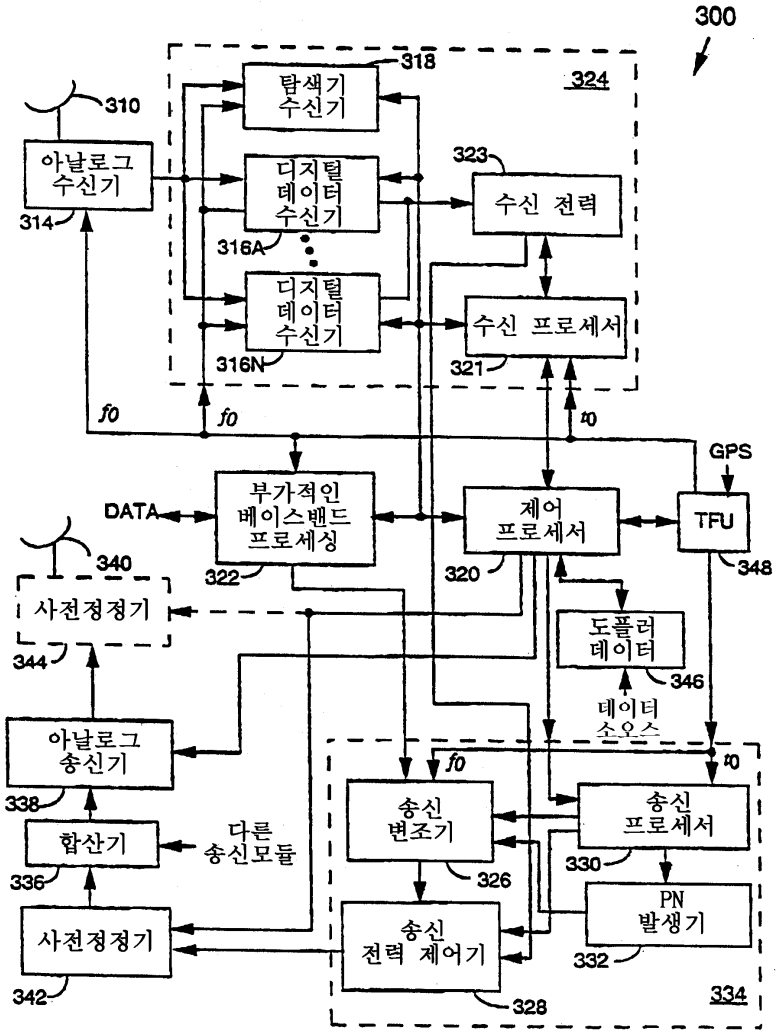
도면1



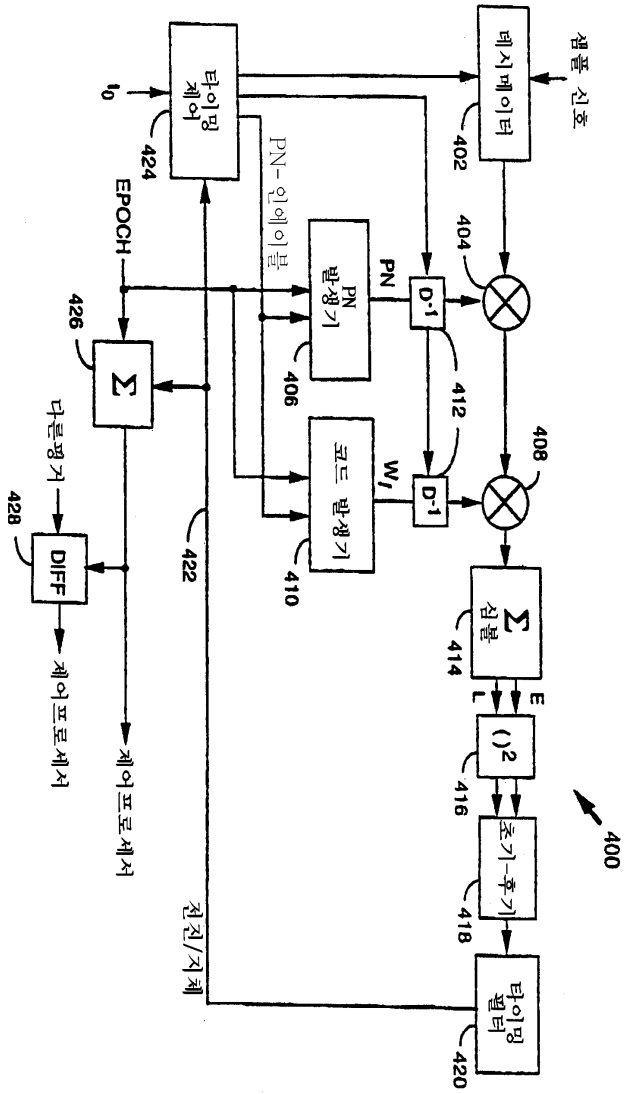
도면2


200
218
탐색기 수신기
210
212
듀플렉서
216A
디지털 데이터 수신기
216N
214
아날로그 수신기
222
사용자 디지털 베이스 밴드 회로
오실레이터
250
클록/ 타이밍
252
220
제어 프로세서
UT
234
사전정정기
f에러 도플러
236
238
시간 기준
레인지 차이 데이터 Δt
242
레인지-레이트 데이터 Δf
240
아날로그송신 전력증폭기
230
228
226
사전정정기
232
디지털 송신 전력제어기
송신 변조기

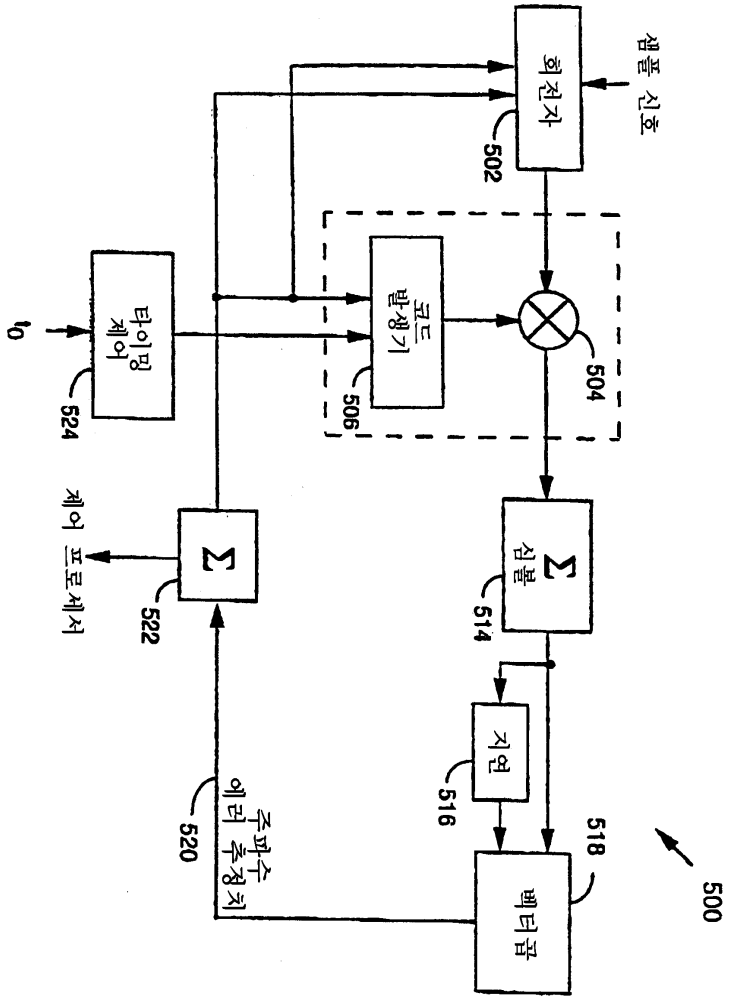
도면3


300
318
324
310
탐색기
수신기
아날로그
수신기
314
323
디지털
데이터
수신기
316A
수신 전력
디지털
데이터
수신기
316N
수신 프로세서
321
f0
f0
f0
GPS
DATA
부가적인
베이스밴드
프로세싱
322
제어
프로세서
320
TFU
348
340
사전정정기
344
도플러
데이터
346
데이터
소오스
아날로그
송신기
338
f0
f0
송신
변조기
326
송신
프로세서
330
합산기
336
다른
송신모듈
PN
발생기
332
사전정정기
342
송신
전력 제어기
328
334

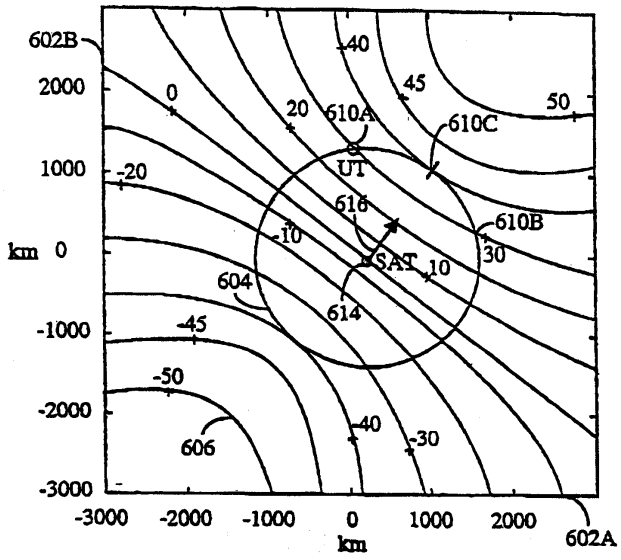
도면4


샘플 신호
메시메이터
402
404
타이밍 제어
424
t_0
EPOCH
PN-인에이블
PN 발생기
406
PN
D^{-1}
412
코드 발생기
410
W_I
D^{-1}
408
426
Σ
다른평거
428
DIFF
422
Σ 심볼
414
E
L
$(\ )^2$
416
초기-후기
418
타이밍 필터
420
400
제어프로세서
제어프로세서
전진/지체

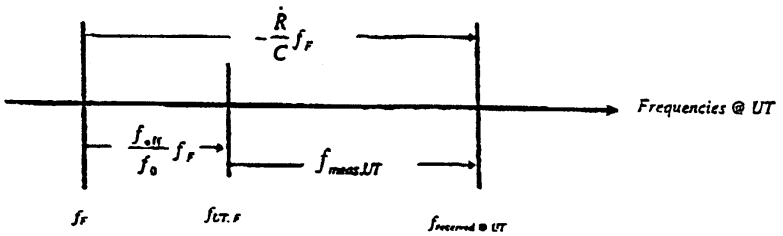
도면5


회전자
샘플 신호
502
코드 발생기
506
504
타이밍 제어
524
t_0
Σ
심볼
514
제어 프로세서
522
지연
516
518
벡터곱
500
주파수 에러 추정치
520

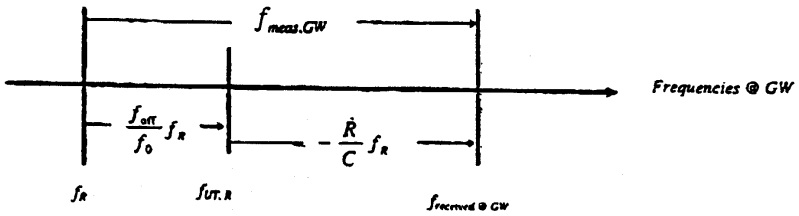
도면6


602B
2000
1000
km 0
-1000
-2000
-3000
-3000
-2000
-1000
0
1000
2000
km
602A
-40
45
50
0
20
610A
610C
UT
-20
616
610B
-10
SAT
10
30
604
614
-45
-50
606
-40
-30

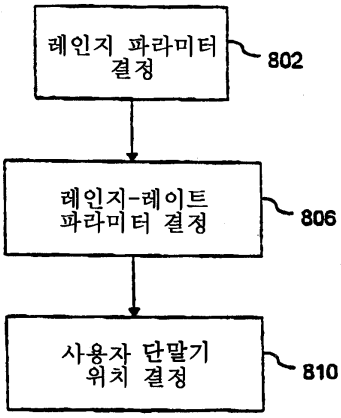
도면7a



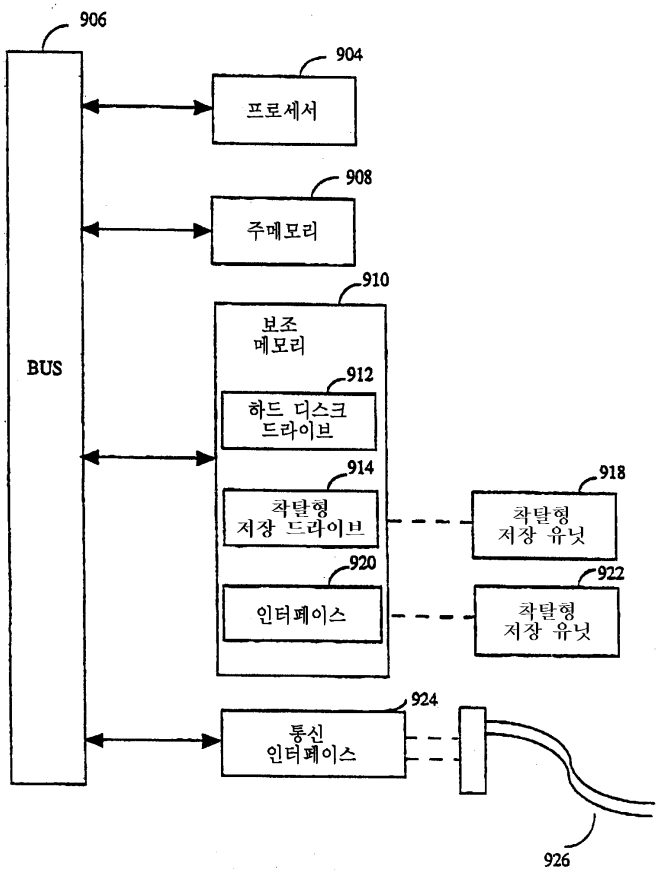
도면7b



도면8



도면9


906
904
프로세서
908
주메모리
910
보조
메모리
BUS
912
하드 디스크
드라이브
914
착탈형
저장 드라이브
918
착탈형
저장 유닛
920
인터페이스
922
착탈형
저장 유닛
924
통신
인터페이스
926