(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.[7]
H04B 7/26

(11) 공개번호 특2000-0062203
(43) 공개일자 2000년10월25일

(21) 출원번호 10-1999-0058179
(22) 출원일자 1999년12월16일
(30) 우선권주장 9/212,261 1998년12월16일 미국(US)
(71) 출원인 루센트 테크놀러지스 인크
미합중국 뉴저지 머레이 힐 마운틴 애비뉴 600 (우편번호 : 07974-0636)
(72) 발명자 첸바이론후아
미국뉴저지07981웹파니부룩뷰콜트404
파라마라마리아이.
미국뉴저지07834덴빌렌딩트레일66
발바로찰리스
미국일리노이즈60139글렌달하이츠불뎃에비뉴웨스트41022
(74) 대리인 이병호

심사청구 : 없음

(54) 로컬 위치 결정 시스템

요약

로컬 위치 결정 시스템(LPS)은 이동국의 위치를 설정하기 위해 CDMA 전방 링크(CDMA forward link)나 TDMA 역 링크(TDMA reverse link)에서 무선 전파 파라메터를 사용한다. 이동국은 적어도 3개의 서로 다른 기지국으로부터 파일럿 채널 신호를 수신하고, 파일럿 채널 신호의 PN 칩 오프셋을 기록한다. 도달 삼각 측량 접근법의 LPS 시간차는 부가적인 신호 검출 능력을 요구하지 않는다. 기지국은 특정 위상 및 적어도 소정의 최소 세기로 이동국에 도달하는 파일럿 채널 신호를 보낸다. 이동국의 위치를 추정하기 위해, 이동국은 '보이는(visible)"파일럿 채널 신호, 그들의 위상 및 신호 세기를 코스트 함수의 세트로 표현된 위치 비-선형 시스템을 사용하는 LPS에 역으로 보고한다. 또한, LPS는 디지털 셀룰러 폰을 가진 조난 당한 사람의 위치를 결정함으로써 무선 CDMA 시스템에 대한 9-1-1 이동 위치 문제를 해결할 수 있다.

대표도

도1

색인어

다중-경로 파라메터, 파일럿 채널 신호, 컴퓨터

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 3개의 서로 다른 기지국에 의해 형성된 삼각형의 내부에 위치한 이동국을 도시하는 도면.

도 2는 3개의 서로 다른 기지국에 의해 형성된 삼각형의 외부에 위치한 이동국을 도시하는 도면.

도 3a는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 LPS 실시의 개략적인 투시도.

도 3b는 본 발명의 다른 바람직한 실시예에 따른 LPS 실시의 개략적인 투시도.

도 4는 LPS의 바람직한 실시예의 흐름도.

도 5는 LPS의 성능 분석예를 설명하는 차트.

도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

μ : 다중-경로 파라메터 10 : 컴퓨터

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 이동국의 위치를 결정하는 것에 관한 것이며, 특히, 도착 시간 차(time difference of arrive)(TDOA)를 사용하여 이동국의 위치를 결정하는 것에 관한 것이다.

글로벌 위치 결정 시스템(global positioning system)(GPS)은 위치의 정확한 측정값을 수신기에 제공하기 위해 일반적으로 사용된다. GPS 수신기는 위성으로부터 신호를 수신하고, 위성의 알려진 위치를 기초로 TDOA 계산을 수행하여 위치를 결정한다. 수신기는 일반적으로 운송 수단이나 보트에 장착되어, 한가지 목적을 위해 제공된다. GPS 수신기에 대한 비용은 고급 운송 수단, 항공기 및 보트 소유자에 대한 구매자에 일반적으로 한정된다.

디지털 셀룰러/PCS 폰은 사용자가 어디에 있든 다른 사람이나 통신 시스템과 통신하기 위해 매우 편리하고 값싼 수단으로 되어있다. 사용자는 역시 비상 사태일 때 9-1-1로 전화할 수도 있다. 그러나, 현재, 무선 통신 시스템은 위성 및 GPS의 사용 없이 발신인의 위치를 정확히 결정할 수 없다.

현재의 무선 통신 시스템은 상호 간섭 없이 많은 사용자들에게 공통 매체를 공유하도록 다른 소스로부터 신호를 결합하는 다중 엑세스 기술을 사용한다. 다중 엑세스 기술 중의 기본적인 하나의 형태는 코드 분할 다중 엑세스(CDMA)이다. CDMA에 있어서, 각각의 기지국은 비-변조 의사-랜덤(unmodulated pseudo-random) 노이즈(PN) 시퀀스인 파일럿 채널 신호를 전송한다. PN 시퀀스는 PN 칩의 시퀀스를 포함하고, 각각의 PN 칩은 약 800.4 피트의 거리에 대응한다. 각각의 기지국은 이동국들이 파일럿 채널 신호가 어떤 기지국에서 전송되었는지를 구별할 수 있도록 다른 타이밍 오프셋을 사용하여 파일럿 채널 신호를 전송한다.

이동국은 서비스하는 기지국(즉, 이동국이 통신 상태인 기지국)과 시간 동기 된다. 이동국은 파일럿 채널 신호를 위해 탐색 윈도우라 불리는 시간 간격을 탐색한다. 각각의 기지국은 파일럿 채널 신호를 전송하도록 구성되어, 이동국이 각각의 탐색 윈도우 내에서 단지 하나의 파일럿 채널 신호를 수신하기 시작하는 것을 예측할 수 있다. 이동국이 파일럿 채널 신호를 검출할 때, 이동국은 파일럿 채널 신호의 세기를 측정하고, PN 칩을 통해서, 파일럿 채널 신호가 이동국에 도착함에 따라, 파일럿 채널 신호의 위상을 기록한다. 만약, 파일럿 채널 신호의 세기가 소정의 임계값을 초과한다면, 파일럿 채널 신호를 전송하는 기지국은 이동국에 "보이는"것으로 된다. 측정 및 기록들은 이동국으로부터, 서비스하는 기지국에 또는 역 링크를 통해 어떤 다른 소정의 위치에 전송된다.

이동국의 지상 위치를 결정하는 종래의 방법은 일반적으로 적어도 3개의 "보이는"기지국과 이동국 사이의 거리의 표시를 요구한다. 기지국과 이동국 사이의 거리는 기지국에서 이동국까지 이동하기 위한 신호를 위한 시간 $\triangle t_i$와 신호의 웨이브 속도(v)로 곱해진 것과 동일하다. 만약, $\triangle t_1 v$가 이동국[지리적 좌표(x_0,y_0)를 가진]에서 제 1 기지국[알려진 지리적 좌표(x_1,y_1)를 가진]까지의 거리이고, $\triangle t_2 v$가 이동국에서 제 2 기지국[알려진 지리적 좌표(x_2,y_2)를 가진]까지의 거리이고, $\triangle t_3 v$가 이동국에서 제 3 기지국[알려진 지리적 좌표(x_3,y_3)를 가진]까지의 거리라면, 피타고라스 정리에 기초하여, 도착 시간(TOA)을 위해 유도된 다음의 방적식은 이동국의 위치(x_0,y_0)를 결정하기 위해 접근된다.

$$\Delta t_1 v = \sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2}, \qquad (1)$$

$$\Delta t_2 v = \sqrt{(x_2 - x_0)^2 + (y_2 - y_0)^2}, \qquad (2)$$

$$\Delta t_3 v = \sqrt{(x_3 - x_0)^2 + (y_3 - y_0)^2}, \qquad (3)$$

그러나, CDMA에서, 시간 $\triangle t_i$는 이동국이 $\triangle t_i$를 측정하기 위해 참고할 완전히 정확한 시간을 가지지 않기 때문에 알려지지 않는다.

TDOA 접근은 3개에서 2 개로 방정식의 수를 줄인다[방정식(3)-방정식(1) 및 방정식(2)-방정식(1)]. 만약, 아래에서 설명될 시스템 측정 에러나 다중-경로 효과가 존재하지 않는다면, TDOA 접근은 정확한 위치 결정을 제공한다. 불행히도, 시스템 측정 에러 및 다중-경로 효과는 일반적으로 존재하고 올바른 위치 결정에서 벗어나게 한다. 그러므로, 위의 방정식은 이동국(M)의 지리적 위치를 정확히 결정하기 위해 직접적으로 사용될 수 없다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 이러한 문제를 해결하기 위해 이동국의 위치를 추정하기 위한 코드-분할 다중 엑세스(CDMA) 전방 링크, 혹은 시간-분할 다중 엑세스(TDMA) 역 링크에서 무선 전파 파라미터(radio propagation parameters)를 사용하기 위해 설계된 로컬 위치 결정 시스템(LPS)을 제공한다.

LPS는 2 세트의 방정식을 최소로 하여 삼각법을 사용해서 이동국의 위치를 결정한다[코스트 함수(cost function)이라 한다.]. 코스트 함수의 제 1 세트는 "보이는"기지국에서 이동국까지의 거리 에러를 나타내

고, 코스트 함수의 제 2 세트는 이동국의 위치 추정에서의 위치 에러를 나타낸다. 코스트 함수의 두 세트는 세트 내에서 하나 이상의 코스트 함수에 공통인 변수를 포함한다. 코스트 함수들은 각 방정식 내의 알려지지 않은 변수를 위한 값을 추정함으로서 최소가 되어, 세트 내의 거리나 위치 에러들은 가능한 0에 가까워진다.

이동국과 기지국 사이의 거리가 알려지지 않았을 때, 이동국의 지리적 좌표를 결정하기 위해, 먼저 LPS는 시스템 측정 에러 및 다중-경로 효과를 줄이기 위해 이동국에서 기지국까지의 거리를 추정한다. 그후, 거리가 추정되면, LPS는 이동된 거리에 기초하여, 이동국의 지리적 좌표(x_0,y_0)를 추정한다.

바람직한 실시예에서, LPS는 이동국의 지리적 위치를 결정하기 위해 컴퓨터에서는 소프트웨어적인 구현이다. LPS는 이동국에서 파일럿 채널 신호의 도착 시간을 나타내는 정보를 포함하는 데이터 샘플을 수신하고, 도착 시간 정보가 연합된 적어도 3개의 셀룰러나 PCS 기지국의 위치를 나타내는 기지국 정보에 엑세스한다. 그러면 LPS는 방정식의 제 1 세트나 코스트 함수를 최소로 하여 이동국에서 기지국까지의 거리를 추정하고, 추정된 거리를 기초한 방정식의 제 2 세트나 코스트 함수를 최소로 하여 이동국의 지리적 좌표를 추정한다.

본 발명의 LPS는 GPS와 유사한 위치 결정 능력을 제공하기 위해 현존하는 장비를 사용하는 장점을 제공한다. LPS는 부가적인 신호 검출 능력을 요구하지 않으며 현존하는 무선 텔레폰 시스템에 약간의 변경만을 요구한다. 부가적인 하드웨어는 표준 CDMA/TDMA 시스템과 달리 요구되지 않고, LPS 코스트 효과를 만든다. 또한, LPS는 무선 CDMA/TDMA 시스템에 대한 911 이동 위치 문제를 해결할 수 있다. 그러면, LPS는 조난 당한 사람의 디지털 폰으로부터 그들의 위치를 결정할 수 있다.

발명의 구성 및 작용

본 발명은 구성 요소들을 번호로 나타낸 첨부 도면을 참고하여 자세히 설명된다.

여기에 설명된 실시예는 CDMA 전방 링크 삼각 측량(FLT) 시스템에 사용된다. 또한, 본 실시예는 기지국과 동기되어 TDMA 역 링크 삼각 측량(RLT) 시스템에도 적용 가능하다.

LPS는 이동국을 간주하는 정보를 나타내는 데이터 샘플을 수신하고, 적어도 3개의 기지국으로 간주되는 기지국 정보를 엑세스하여 이동국의 지리적 좌표를 결정하고, 이동국의 위치를 추정한다. LPS는 데이터 샘플 및 기지국 정보를 기초로 이동국과 기지국 사이의 거리를 추정하기 위해 방정식의 제 1 세트나 코스트 함수를 최소로 하여 이동국의 위치를 결정하고, 이동국의 지리적 좌표를 추정하기 위해 방정식의 제 2 세트나 코스트 함수를 최소로 한다.

LPS는 이동국에 "보이는"특정의 기지국으로부터 전송된 파일럿 채널 신호의 측정된 위상 쉬프트나 칩 오프셋 정보를 사용하는 TDOA에 기초한다. TDOA 삼각 측량 접근법은 적어도 3개의 "보이는"기지국으로부터의 시간이나 전파 지연 측정값을 요구한다. 만약, 3개 미만의 기지국이 이동국에 "보인"다면, LPS는 이동국이 다른 기지국으로부터 더 많은 파일럿 채널 신호를 인식하게 하기 위해 3개의 "보이는"기지국의 이동국 보고를 기다리거나, 신호 세기 임계 레벨을 조정할 것이다. 이동국은 자주 파일럿 채널 신호 위상을 측정하므로 위치 추정은 발생되고 계속 더욱 정확하게 될 수 있다.

도 1은 이동국(M)으로부터 각각 d_1, d_2 및 d_3 만큼 떨어진 "보이는"기지국(b_1, b_2 및 b_3)을 나타내는 포인트의 삼각형 내에 위치한 이동국(M)을 나타내는 포인트를 나타낸다. 기지국 사이의 거리는 기지국(b_1 및 b_2) 사이의 길이(b_1b_2), 기지국(b_1 및 b_3) 사이의 길이(b_1b_3) 및 기지국(b_2 및 b_3) 사이의 길이(b_2b_3)로 측정된다.

각도(α_{12}, α_{13} 및 α_{23})들은 원호(b_1Mb_2, b_1Mb_3 및 b_2Mb_3)에 의해 각각 형성된다. 도 1에서, 각도(α_{23})는 360도에서 각도(α_{12})와 각도(α_{13})를 뺀 것과 동일하다. 도 2는 이동국(M)이 삼각형($b_1b_2b_3$) 외부에 위치한 것과 각도(α_{23})가 각도(α_{12})와 각도(α_{13})를 합한 것과 같다는 것을 제외하고 도 1과 유사하다.

도 3a는 LPS 실시예의 다이어그램을 도시한다. LPS는 컴퓨터(10) 및 제조물(article of manufacture)(20)을 포함하고 기지국 중 하나에 위치한다. 제조물(20)은 이동국(M)의 위치를 알아내기 위해 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체 및 실행 가능한 프로그램을 포함한다.

도 3b는 대안적인 LPS 실시예를 도시한다. LPS(1)는 이동국(M)을 찾기 위한 실행 가능한 프로그램을 전달하는 신호(30)를 수신하기 위한 컴퓨터(10)를 포함한다. 신호(30)는 캐리어 웨이브를 포함하거나 하지 않는 디지털 형식으로 전송된다.

도 4는 바람직한 실시예에서 이동국(M)의 위치를 알아내기 위한 LPS의 흐름도를 도시한다.
단계(S10)에서, LPS(1)는 이동국(M)으로부터 데이터 샘플(예를 들어, 섹터 번호, 파일럿 위상 및 파일럿 채널 신호의 세기)을 판독한다. 단계(S20)에서, LPS(1)는 기지국 ID, 기지국의 섹터 번호 및 (예를 들어)위도와 경도와 같은 측정된 기지국의 지리적 위치와 같은 정보를 포함하는 셀 사이트 테이블을 판독한다. 단계(S30)에서, 데이터 샘플의 섹터 번호들은 파일럿 채널 신호가 어디에서 발생되었는지를 결정하기 위해 셀 사이트 테이블의 이러한 정보와 일치된다. 만약 파일럿 채널 신호들이 적어도 3개의 기지국으로부터의 것이라면, 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이 삼각형($b_1b_2b_3$)이 형성되고, 이동국(M)과 기지국(b_1, b_2 및 b_3) 사이의 거리와 이동국(M)의 지리적 위치가 결정될 수 있다.

이동국(M)과 보이는 기지국(b_1, b_2 및 b_3) 사이의 거리는 단계(S40)에서 추정된다. 컴퓨터(10)는 거리(d_1)를 계산하여 거리 에러에 대한 코스트 함수의 세트가 최소가 되고 추정된 거리(d_1)에 기초하여 거리(d_2 및 d_3)를 결정한다. 추정된 거리(d_1) 및 거리(d_1)에 기초한 거리(d_2 및 d_3)의 결정은 아래에 설명된다.

LPS는 TDOA를 사용하여 단계(S50)에서 이동국(M)의 지리적 좌표를 결정한다. LPS(1)는 서비스하는 기지국

(b_1)과 연관하여 이동국(M)의 로컬 좌표 즉, (x_0 , y_0)을 계산하고, 기지국(b_1, b_2 및 b_3)의 알려진 위도 및 경도에 기초하여 로컬 좌표(x_0, y_0)를 글로벌 위도 및 경도로 전환한다. 파일럿 채널 신호 위상 측정 및 기록이 성공적일 때, 이동국(M)의 지리적 위치는 더욱 정확한 분석을 제공하기 위해 재-추정되고 평균될 수 있다.

단계(S40) - 이동국과 기지국 사이의 거리를 추정하는 단계

TDOA 접근에서의 두 가지 가장 중요한 시스템 측정 에러들은 파일럿 채널 신호 위상 측정에서의 라운딩 에러(rounding errors) 및 기지국 사이에서의 동기 에러이다. 파일럿 채널 신호 위상 측정에 대해, 만약 하나의 칩이 800.4 피트에 대응한다면, 라운딩 에러(절반의 칩인 최악의 경우)는 400.2 피트의 위치 이탈에 기여한다. 라운딩 에러는 일률적인 분배를 만족한 때, 랜덤 변수(T_1)에 의해 표시될 수 있다.

이상적으로, 각 기지국은 다른 기지국과 시간 동기된다. 또한, 각 기지국은 GPS 클럭을 사용하여 시간 동기될 수 있다. 그러나, 기지국에서의 실제적인 클럭은 명목상의 값 근처를 표류하는 경향이 있다. 다른 일률적인 분배를 만족하면서, 표류하는 에러는 랜덤 변수(T_2)로 나타날 수 있다. 에러 소스의 영향은 랜덤 변수(T_1) 더하기 랜덤 변수(T_2)의 합인 동일한 시스템 측정 에러(T)에 부가될 수 있다. 따라서, 측정된 파일럿 채널 신호 위상(p_i)은 진정한 파일럿 채널 신호 위상 더하기 시스템 측정 에러(T)와 동일하다.

만약 사용된 측정들이 라인-오브-사이트(line-of-sight)(LOS) 신호에 속하는 것이라면 사이트 라인이 두 포인트 사이에서 가장 짧은 라인이기 때문에 TDOA는 최상으로 동작한다. 불행히도, 이동국(M)이 기지국(b_1, b_2 및 b_3)으로 부터의 LOS 신호를 수신하는 것이 항상 가능한 것은 아니다. 기지국(b_1, b_2 및 b_3) 중 어떤 것으로부터 전송된 단일 신호는 그것이 이동국(M)에 도달하기 전에 빌딩, 나무 및 운송 수단과 같은 다른 대상을 반사할 수도 있어서, 만약 그 신호가 LOS 신호인 경우보다 더 긴 경로를 취한다. 이러한 다중 경로 효과는 신호 도달 지연을 야기 시키고 TDOA 추정에 불리한 영향을 끼친다.

이동국(M)이 보이는 기지국(b_1, b_2 및 b_3)으로부터 라인-오브-사이트(LOS) 신호를 획득 할 것이라는 보장이 없기 때문에, 다중-경로 신호에 의해 야기된 도달 시간 지연은 이동국(M)과 기지국(b_1, b_2 및 b_3) 사이의 거리를 결정하기 위해 TDOA가 사용될 때 고려되어야 한다. 그러나, 지연의 정도는 거리 및 이동국(M)과 기지국(b_1, b_2 및 b_3) 사이에 위치한 대상에 의존하여 다르므로 정형화하기가 매우 힘들다. 따라서, 단일 다중-경로 파라메터(μ)는 다중-경로 효과로부터 야기된 비례적인 시간 지연을 나타내고, 단일 다중-경로 파라메터(μ)가 모든 파일럿 채널 신호를 위해 추정되어야 하기 때문에 랜덤 번호 대신에 비-랜덤 파라메터로서 정형화된다. 만약 이동국(M)이 보이는 기지국(b_1, b_2 및 b_3)으로부터 LOS 신호만이 획득된다면, 다중-경로 파라메터(μ)는 일반적으로 1보다 작으며, 그것의 최고값인 1과 동일할 것이다.

하나의 단일 다중-경로 파라메터(μ)가 단일(homogenous) 다중-경로 효과를 암시한다고 가정되어야 함을 주의해야 한다. 말하자면, 다중-경로 효과에 의해 야기된 지연이 비록 각각의 기지국(b_1, b_2 및 b_3)으로부터의 파일럿 채널 신호에서의 다중-경로 효과가 다르다고 해도, 각각의 파일럿 채널 신호를 위해 같다고 가정된다. 일률적인 여분의 지연을 나타내는 다중-경로 파라메터(μ)는 실질적으로 다중-경로 효과를 줄일 수 있다. 다중-경로 파라메터(μ)는 시골, 도시, 교외, 고속도로 등등과 같은 전형적인 환경과 연합된 모델에 의해 정의 된 어떤 범위에서 변화될 수 있다.

파일럿 채널 신호가 기지국(b_i)으로부터 이동국(M)까지 이동하기 위해 걸리는 시간을 결정하기 위해, 이동국(M)은 기지국(b_i)이 파일럿 채널 신호를 전송하는 (GPS와 동기된)정확한 시간을 알지 못하며 또한 이동국(M)이 파일럿 채널 신호를 수신하는 정확한 시간도 알지 못한다. 그러므로, 기지국(b_i)과 이동국(M)과의 거리(d_1, d_2 및 d_3)는 알려지지 않는다.

그러나, 기지국은 서로서로 동기되며, 이동국(M)은 서비스하는 기지국(b_1)과 동기된다. 그러므로, 이동국(M)은 서비스하는 기지국(b_1)의 파일럿 채널 신호와 연관하여 원격 기지국(b_2 및 b_3)으로부터 발산된 파일럿 채널 신호 위상의 칩 오프셋을 기록할 수 있다. 그러므로, 이동국(M)은, 서비스하는 기지국(b_1)으로부터의 파일럿 채널 신호를 수신한 후, 원격 기지국(b_2 및 b_3)으로부터 이동국(M)까지 이동하기 위한 파일럿 채널 신호를 위해 요구된 부가적인 시간을 결정할 수 있는데, 그것은 원격 기지국(b_2 및 b_3)의 위상들이 이동국(M)과 기지국(b_1)의 동기 때문에 0으로 설정된 서비스하는 기지국(b_1)의 위상과 관련하여 측정될 수 있기 때문이다. 이동국(M)은 파일럿 채널 신호 위상(p_2)을 기지국(b_1 및 b_2)의 파일럿 채널 신호 위상 기록 사이의 위상차와 동일시하고, 파일럿 채널 신호 위상(p_2)을 기지국(b_1 및 b_3)의 파일럿 채널 신호 위상 기록 사이의 위상차와 동일시한다. 따라서, 거리(d_2)는 거리(d_1) 더하기 800.4 피트 곱하기 파일럿 채널 신호 위상(p_2)이다.

$$d_2 = d_1 + 800.4(p_2)ft \quad (4)$$

유사하게, 거리(d_3)는 거리(d_1) 더하기 800.4 피트 곱하기 파일럿 채널 신호 위상(p_3)이다.

$$d_3 = d_1 + 800.4(p_3)ft \quad (5)$$

그러나, 거리(d_1)는 거리(d_2 및 d_3)가 결정되기 전에 추정되어야 한다.

결과적으로, LPS(1)는 거리(d_1)를 추정한다. 거리(d_1)에 대한 추정을 탐색하기 위해, 다음의 방정식(6 내지 8)들은 거리 에러(F_{12}, F_{13} 및 F_{23})를 위해 최소화(방정식을 푼다.)된 코스트 함수들이다.

$$F_{12} = (b_1b_2)^2 - \mu^2 d_1^2 - \mu^2 d_2^2 + 2\mu^2 (d_1)(d_2)\cos\alpha_{12} \quad (6)$$

$$F_{13} = (b_1b_3)^2 - \mu^2 d_1^2 - \mu^2 d_3^2 + 2\mu^2 (d_1)(d_3)\cos\alpha_{13} \quad (7)$$

$$F_{23} = (b_2b_3)^2 - \mu^2 d_2^2 - \mu^2 d_3^2 + 2\mu^2 (d_2)(d_3)\cos\alpha_{23} \quad (8)$$

위의 식에서 거리(d_1), 다중-경로 파라메터(μ) 및 각도(α)이고 방정식(4 및 5)에 기초한 거리(d_2 및 d_3)를 대입한다. 거리 에러(F_{12}, F_{13} 및 F_{23})를 위한 코스트 함수는 거리(d_1)를 가장 잘 추정하기 위해 최소화되어야 한다.

코스트 함수(F_{12}, F_{13} 및 F_{23})의 최소화는 (d_1)에 관하여 가장 급격한 감소이나 상승 탐색에 의하는 것과 같은 잘 알려진 최소화 접근을 사용하여 성취될 수 있다. 예를 들어, 증가 탐색 접근을 사용하는 경우, 위의 코스트 함수는 거리(d_1) 및 다중-경로 파라메터(μ)의 범위를 추정하고, 범위에서 각각 소정의 증가에 대해 방정식(6 내지 8)을 풀고, 0에 가까운 거리 에러(F_{12}, F_{13}, F_{23})를 제공하는 거리(d_1), 다중-경로 파라메터(μ) 및 각도(α_{12}, α_{13}, α_{23})를 선택하여 최소화 될 수 있다. 거리(d_1)가 추정된 후, 거리(d_2, d_3)는 방정식(4 및 5)을 사용하여 결정될 수 있다.

방정식(6 내지 8)은 4 개의 모르는 값 즉, 거리(d_1), 다중-경로 파라메터(μ) 및 각도(α_{12} 및 α_{13})를 가지고 있다. 위에서 설명하였듯이, 이동국(M)이 삼각형($b_1b_2b_3$) 내에 위치할 때, 각도(α_{23})는 360도 빼기 각도(α_{12} 및 α_{13})를 한 것과 동일하다. 이동국(M)이 삼각형($b_1b_2b_3$) 외부에 위치할 때, 각도(α_{23})는 각도(α_{12}) 더하기 각도(α_{13})를 한 것과 동일하다. 그러나, 각도(α_{12} 및 α_{13})는 추정된 거리(d_1)에 기초하여 결정된다. 다시 말해, 각도(α_{12} 및 α_{13})의 값은 거리(d_1)의 값에 따라 결정된다.

당업자는 CDMA(및 TDMA) 시스템이 서비스하는 기지국(b_1)으로부터 이동국(M)으로 보내지고 다시 서비스하는 기지국(b_1)으로 되돌아오는 파일럿 채널 신호의 왕복 지연(round trip delay)을 측정할 수 있다는 것을 용이하게 이해할 수 있을 것이다. 이러한 왕복 지연은 LPS(1)가 거리(d_1)의 범위를 추정하기 위해 더욱 좁은 범위를 사용할 수 있도록 하는 장점을 제공한다.

단계(S50) - 이동국의 지리적 위치를 결정

거리(d_1, d_2 및 d_3)들이 추정된 후, 이동국(M) 칼테시안(cartesian) 좌표(x_0, y_0)는 코스트 함수(G_1, G_2 및 G_3)에 대해 방정식(9 내지 11)을 최소화하여 추정될 수 있다.

$$G_1 = \mu^2 (d_1)^2 - |(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2| \quad (9)$$

$$G_2 = \mu^2 (d_2)^2 - |(x_2 - x_0)^2 + (y_2 - y_0)^2| \quad (10)$$

$$G_3 = \mu^2 (d_3)^2 - |(x_3 - x_0)^2 + (y_3 - y_0)^2| \quad (11)$$

여기서, G_i, i = 1, 2 및 3 위치 에러를 나타내고 이상적인 경우에는 0이다. 그러나, 거리(d_1, d_2 및 d_3)들이 추정되기 때문에, 방정식(7 내지 9)은 정확하게 풀리지는 않지만, (x_0, y_0)의 최선의 추정은 G_i를 최소화하여 발견할 수 있다.

실시예 추정 및 좌표 변환

이동국(M)은 기지국과 동기된다. 결과적으로, 기지국(b_1)으로 되돌아갈 메시지를 응답하는 이동국(M)에서, 기지국(b_1)으로부터 전송된 참조 파일럿 채널 신호의 위상 쉬프트는 0으로 설정된다. 기지국(b_2 및 b_3)으로부터의 파일럿 채널 신호 위상들은 기지국(b_1)의 0 위상 쉬프트로부터 칩 오프-세트(off-sets)에 기록된다. 따라서, 일단 거리(d_1)가 추정되면, 거리(d_2 및 d_3)는 위에서 논의 한 것처럼 직접적으로 결정될 수 있다.

도 4의 단계(S10 및 S20)에 따라, LPS(1)는 이동국(M)의 정보 및 기지국(b_1, b_2 및 b_3) 정보를 포함하는 입력 정보를 수집한다. 예를 들어, 이동국(M)은 기지국이 432의 파일럿(PN) 및 17의 파일럿 채널 신호 세기(-8.5 dB)를 확인하면서 기지국(b_1)에서 방출된 파일럿 채널 신호, 기지국이 76의 파일럿(PN), 4 PN 칩과 동일한 파일럿 채널 신호 위상(p_2) 및 21의 파일럿 채널 신호 세기(-10.5 dB)를 확인하면서 기지국(b_2)에서 방출된 파일럿 채널 신호 그리고, 기지국이 220의 파일럿(PN), 3 PN 칩과 동일한 파일럿 채널 신호 위상(p_2) 및 19의 파일럿 채널 신호 세기(-9.5 dB)를 확인하면서 기지국(b_3)에서 방출된 파일럿 채널 신호를 기록한다. 도 4의 단계(S30)에 따라, 이동국(M)에 의해 보고된 파일럿(PNs)들은 파일럿 채널 신호들이 어떤 기지국(b_1, b_2 및 b_3)으로부터 전송되었는지를 결정하기 위해 셀 사이트 테이블에 저장된 섹터 정보에서의 파일럿(PNs)과 일치한다. 여기서, 기지국(b_1)은 셀 번호 138이고, 432의 파일럿(PN)을 전송하며, 위도 40.861389 및 경도 -73.864167에 위치한다. 기지국(b_2)은 셀 번호 140이고, 76의 파일럿(PN)을 전송하며, 위도 40.867500 및 경도 -73.884722에 위치한다. 기지국(b_3)은 셀 번호 43이고, 220의 파일럿(PN)을 전송하며, 위도 40.878889 및 경도 -73.871389에 위치한다.

기지국 위도 및 경도들은 로컬 좌표 시스템(x, y)으로 변환된다. 기지국(b_1)의 좌표(0,0)들은 원점으로 설

정되고, 기지국(b_2)의 좌표(x_2,0)들은 x-축에 설정되며, 기지국(b_3)의 좌표(x_3, y_3)들은 기지국 사이의 알려진 거리로부터 결정된다.

도 4의 단계(S40)에 따라, 코스트 함수 방정식(6 내지 8)들은 거리(d_1) = 0.801 마일, 다중-경로 파라메터(μ) = 0.98, 각도(α_{12}) = 1.784084 라디안, 각도(α_{13}) = 3.002281 라디안 및 각도(α_{23}) = 1.218859 라디안임을 추정하기 위해 최소화된다. 추정된 거리(d_1)에 기초하여, 거리(d_2 및 d_3)들은 위에서 설명하였듯이 각각 0.983620 마일 및 0.839603 마일이라고 직접 결정된다. 도 4의 단계(S50)에 따라, 방정식(9 내지 11)들은 로컬 칼테시안 좌표(x_0, y_0)가 (0.237018, 0.357580)이라는 것을 결정하기 위해 최소화된다. 이러한 좌표는 다시 위도 및 경도로 변환될 수 있어서 이동국(M)의 위치는 그것이 위치한 거리(street)가 어디인지를 보여주기 위해 지도 위에 더욱 쉽게 마크될 수 있다. 이러한 실시예에서, 이동국(M)의 지리적 위치의 로컬 칼테시안 좌표(0.237018, 0.357580)들은 위도 40.867465 및 경도 -73.865885로 변환된다.

위의 실시예에서, 각도(α_{13})는 각도(α_{12}) 더하기 각도(α_{23})이다. 그러므로 이동국(M)은 삼각형(b1b2b3) 내에 있지 않지만, 대신에 길이(b_1b_3)의 외부에 위치한다.

추정의 거리 이탈

도 5에서 아래의 라인은 파일럿 채널 신호 위상 측정에서의 라운딩 에러 및 동기 에러를 포함하는 시스템 측정 에러에 의해 발생된 시간 이탈(μs)에 기초하여 진정한 위치와 이동국(M)의 LPS 추정 위치 사이의 거리 이탈(ft)의 샘플이다. 상위 라인은 순간 시간 동안의 수행에 대한 최고의 에러를 나타낸다. 만약, 순간 시간이 길게 확장되고 거리 이탈이 평균되면, 거리 이탈은 아래의 에러 라인이 될 것이다. 따라서, 만약, 기지국이 동기되면, 파일럿 채널 신호 위상 측정에서의 라운딩 에러는 단독으로 200 피트에 접근한다.

역 링크 삼각 측량(RLT)

북미의 TDMA 시스템에서, 시간 도달은 이동국 보다는 기지국에서 획득된다. 이동국은 이동국의 확인으로서 코드화된 디지털 확인 컬러 코드(CDVCC) 신호를 전송한다. CDVCC 신호를 수신한다고 가정하면, 수신하는 기지국 시간이 CDVCC 신호의 수신시간을 찍는다. 만약, 기지국들이 동기 된다면, 기지국은 제 1 기지국에서의 신호 수신시간을 다른 기지국에서의 늦게 수신된 신호의 시간에서 감산하여 CDVCC 신호의 도달 사이의 상대적인 시간차를 결정한다. 따라서, LPS는 CDMA 및 TDMA 시스템 모두에 적용 가능하다.

그러므로, 또한, 만약 특정한 이동국을 찾는 위치에 포함된 클럭 신호나 기지국들이 동기 된다면, 방정식(6 내지 11)은 TDMA RLT 지리적 위치 시스템에 적용 가능하다. 동기화는 GPS를 설치함으로서 이루어질 수 있다. 역 링크 신호들은 이동국으로부터 역 링크를 통해서 기지국에 전송되며, 일반적으로 CDMA 시스템의 전방 링크와 다른 주파수 대역이지만, TDMA 시스템에 대해서는 같은 주파수 대역 및 다른 시간 슬롯(slots)이다.

만약 시간 도달이 기지국에서 측정된다면, CDMA 전방 링크에서와 같이 칩 라운딩 에러가 없기 때문에, TDMA 역 링크는 더욱 위치가 정확한 장점을 제공할 것이다. 부가적으로, TDMA에서의 전력 제어는 CDMA에서와 같이 엄중하지 않으므로, 여러 기지국이 이동국으로부터 신호를 "보는"것이 쉽게 된다. TDMA 역 링크 삼각 측량법에 의해 필요해진 입력은 위치 서비스를 요구하는 이동국의 확인, 기지국에서의 상대적인 시간 도달, 모든 기지국의 위치(위도/경도) 및 왕복 전송 지연(시간 정렬을 목적으로 TDMA에서 계속적으로 측정된)을 포함한다. 또한 이동국으로 부터의 신호 세기는 핸드오프(handoff)를 돕기 위해 요구되고, 이웃하는 기지국에서 측정될 수 있다.

본 발명이 여기의 명세서 실시예 연결하여 설명되는 동안, 수많은 대안, 변경 및 변화가 당업자에게 명확하다는 것이 분명하다. 따라서, 앞에서 설명된 본 발명의 바람직한 실시예는 한정되지 않고 예시된 것이다. 다양한 변화는 다음의 청구범위에서 정의된 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않고 이루어질 수 있다.

발명의 효과

본 발명의 LPS는 GPS와 유사한 위치 결정 능력을 제공하기 위해 현존하는 장비를 사용하는 장점을 제공한다. 또한, LPS는 무선 CDMA/TDMA 시스템에 대한 911 이동 위치 문제를 해결할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

이동국의 위치를 결정하기 위한 방법에 있어서,

(a) 이동국에서 파일럿 채널 신호들의 도달 시간을 나타내는 파일럿 채널 신호 정보를 수신하는 단계; 및

(b) 기지국 정보에 기초하고, 도달 시간이 관련된 복수의 기지국의 위치를 나타내는 파일럿 채널 신호 정보에 기초한 위치 에러 코스트 함수의 세트를 최소화하여 이동국의 위치를 추정하는 단계를 포함하는 이동국 위치 결정 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 위치 에러 코스트 함수는 다음 방정식으로부터 유도되는데,

$$G_1 = \mu^2(d_1)^2 - |(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2|,$$

$G_2 = \mu^2(d_2)^2 - |(x_2 - x_0)^2 + (y_2 - y_0)^2|$,

$G_3 = \mu^2(d_3)^2 - |(x_3 - x_0)^2 + (y_3 - y_0)^2|$

여기서, μ는 다중-경로 효과 파라메터, d_1은 이동국으로부터 제 1 기지국까지의 거리, d_2는 이동국으로부터 제 2 기지국까지의 거리, d_3은 이동국으로부터 제 3 기지국까지의 거리, (x_0, y_0)는 이동국의 로컬 칼테시안 좌표, (x_1, y_1)는 제 1 기지국의 로컬 칼테시안 좌표, (x_2, y_2)는 제 2 이동국의 로컬 칼테시안 좌표, (x_3, y_3)는 제 3 이동국의 로컬 칼테시안 좌표를 나타내는 이동국 위치 결정 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서, $d_2 = d_1 + 800.4(p_2)$ft에서, p_2는 제 1 및 제 2 기지국의 파일럿 채널 신호 위상 기록 사이의 위상 차이고,

$d_3 = d_1 + 800.4(p_3)$ft에서, p_3은 제 1 및 제 3 기지국의 파일럿 채널 신호 위상 기록 사이의 위상 차인 이동국 위치 결정 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 단계(b) 이전에,

(c) 복수의 기지국의 위치를 나타내는 기지국 정보를 수신하는 단계, 및

(d) 파일럿 채널 신호 정보와 기지국 정보 모두에 공통인 소스 식별자에 기초하여 기지국 정보와 파일럿 채널 신호 정보를 일치시키는 단계를 더 포함하는 이동국 위치 결정 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 도달 시간이 기지국의 동기된 타이밍에 대응하는 이동국 위치 결정 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 단계(b) 이전에,

(e) 기지국들 및 이동국에 의해 형성된 각도를 포함하는 거리 에러 코스트 함수의 세트를 최소화하여 이동국에서 기지국들 중 하나까지의 거리를 추정하는 단계를 더 포함하는 이동국 위치 결정 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 거리 에러 코스트 함수는 다음 방정식으로부터 유도되는데,

$F_{12} = (b_1b_2)^2 - \mu^2d_1^2 - \mu^2d_2^2 + 2\mu^2(d_1)(d_2)\cos\alpha_{12}$,

$F_{13} = (b_1b_3)^2 - \mu^2d_1^2 - \mu^2d_3^2 + 2\mu^2(d_1)(d_3)\cos\alpha_{13}$,

$F_{23} = (b_2b_3)^2 - \mu^2d_2^2 - \mu^2d_3^2 + 2\mu^2(d_2)(d_3)\cos\alpha_{23}$

여기서, b_1b_2는 제 1 기지국에서 제 2 기지국까지의 거리, b_1b_3은 제 1 기지국에서 제 3 기지국까지의 거리, b_2b_3은 제 2 기지국에서 제 3 기지국까지의 거리, μ는 다중-경로 파라메터, d_1은 이동국에서 제 1 기지국까지의 거리, d_2는 이동국에서 제 2 기지국까지의 거리, d_3은 이동국에서 제 3 기지국까지의 거리, α_{12}는 이동국과 제 1 및 제 2 기지국 사이의 라인에 의해 형성된 각도, α_{13}은 이동국과 제 1 및 제 3 기지국 사이의 라인에 의해 형성된 각도, α_{23}은 이동국과 제 2 및 제 3 기지국 사이의 라인에 의해 형성된 각도를 나타내는 이동국 위치 결정 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 파일럿 채널 신호 정보는 소스 식별자, 파일럿 채널 신호 위상 및 파일럿 세기 중 적어도 하나를 포함하는 이동국 위치 결정 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 기지국 정보는 소스 식별자 및 기지국 위치 중 적어도 하나를 포함하는 이동국 위치 결정 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 이동국 위치의 평균 추정(mean estimation)을 획득하기 위해 이동국의 이전의 추정과 이동국 위치의 추정을 평균하는 단계를 더 포함하는 이동국 위치 결정 방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서, 상기 파일럿 채널 신호 정보는 CDMA 신호에 포함되는 이동국 위치 결정 방법.

청구항 12

제 1 항에 있어서, 상기 파일럿 채널 신호 정보는 TDMA 신호에 포함되는 이동국 위치 결정 방법.

청구항 13

이동국의 위치를 결정하기 위해 컴퓨터 상에 구현되는 로컬 위치 결정 시스템에 있어서,

이동국에서 파일럿 채널 신호들의 도달 시간을 나타내는 파일럿 채널 신호 정보를 수신하는 수단; 및

기지국 정보에 기초하고, 도달 시간이 관련된 복수의 기지국의 위치를 나타내는 파일럿 채널 신호 정보에 기초한 위치 에러 코스트 함수의 세트를 최소화하여 이동국의 위치를 추정하는 수단을 포함하는 로컬 위치 결정 시스템.

청구항 14

제 13 항에 있어서, 상기 위치 에러 코스트 함수는 다음 방정식으로부터 유도되는데,

$G_1 = \mu^2(d_1)^2 - |(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2|$,

$G_2 = \mu^2(d_2)^2 - |(x_2 - x_0)^2 + (y_2 - y_0)^2|$,

$G_3 = \mu^2(d_3)^2 - |(x_3 - x_0)^2 + (y_3 - y_0)^2|$

여기서, μ는 다중-경로 효과 파라메터, d_1은 이동국으로부터 제 1 기지국까지의 거리, d_2는 이동국으로부터 제 2 기지국까지의 거리, d_3은 이동국으로부터 제 3 기지국까지의 거리, (x_0, y_0)는 이동국의 로컬 칼테시안 좌표, (x_1, y_1)는 제 1 기지국의 로컬 칼테시안 좌표, (x_2, y_2)는 제 2 이동국의 로컬 칼테시안 좌표, (x_3, y_3)는 제 3 이동국의 로컬 칼테시안 좌표인 로컬 위치 결정 시스템.

청구항 15

제 14 항에 있어서, $d_2 = d_1 + 800.4(p_2)ft$에서, p_2는 제 1 및 제 2 기지국의 파일럿 채널 신호 위상 기록 사이의 위상 차이고,

$d_3 = d_1 + 800.4(p_3)ft$ 에서, p_3은 제 1 및 제 3 기지국의 파일럿 채널 신호 위상 기록 사이의 위상 차인 로컬 위치 결정 시스템.

청구항 16

제 13 항에 있어서, 상기 이동국의 위치 추정 수단에 앞서,

복수의 기지국의 위치를 나타내는 기지국 정보를 수신하는 수단, 및

파일럿 채널 신호 정보와 기지국 정보 모두에 공통인 소스 식별자에 기초하여 기지국 정보와 파일럿 채널 신호 정보를 일치시키는 수단을 더 포함하는 로컬 위치 결정 시스템.

청구항 17

제 13 항에 있어서, 상기 도달 시간이 기지국의 동기된 타이밍에 대응하는 로컬 위치 결정 시스템.

청구항 18

제 13 항에 있어서, 상기 이동국의 위치를 추정하는 수단에 앞서,

기지국들 및 이동국에 의해 형성된 각도를 포함하는 거리 에러 코스트 함수의 세트를 최소화하여 이동국에서부터 기지국들 중 하나까지의 거리를 추정하는 수단을 더 포함하는 로컬 위치 결정 시스템.

청구항 19

제 18 항에 있어서, 상기 거리 에러 코스트 함수는 다음 방정식으로부터 유되는데,

$F_{12} = (b_1b_2)^2 - \mu^2d_1^2 - \mu^2d_2^2 + 2\mu^2(d_1)(d_2)\cos\alpha_{12}$,

$F_{13} = (b_1b_3)^2 - \mu^2d_1^2 - \mu^2d_3^2 + 2\mu^2(d_1)(d_3)\cos\alpha_{13}$,

$F_{23} = (b_2b_3)^2 - \mu^2d_2^2 - \mu^2d_3^2 + 2\mu^2(d_2)(d_3)\cos\alpha_{23}$

여기서, b_1b_2는 제 1 기지국에서 제 2 기지국까지의 거리, b_1b_3은 제 1 기지국에서 제 3 기지국까지의 거리, b_2b_3은 제 2 기지국에서 제 3 기지국까지의 거리, μ는 다중-경로 파라메터, d_1은 이동국에서 제 1 기지국까지의 거리, d_2는 이동국에서 제 2 기지국까지의 거리, d_3은 이동국에서 제 3 기지국까지의 거리, α_{12}는 이동국과 제 1 및 제 2 기지국 사이의 라인에 의해 형성된 각도, α_{13}은 이동국과 제 1 및 제 3 기지국 사이의 라인에 의해 형성된 각도, α_{23}은 이동국과 제 2 및 제 3 기지국 사이의 라인에 의해 형성된 각도를 나타내는 로컬 위치 결정 시스템.

청구항 20

제 13 항에 있어서, 상기 파일럿 채널 신호 정보는 소스 식별자, 파일럿 채널 신호 위상 및 파일럿 세기

중 적어도 하나를 포함하는 로컬 위치 결정 시스템.

청구항 21

제 20 항에 있어서, 상기 기지국 정보는 소스 식별자 및 기지국 위치 중 적어도 하나를 포함하는 로컬 위치 결정 시스템.

청구항 22

제 13 항에 있어서, 이동국 위치의 평균 추정을 획득하기 위해 이동국의 이전의 추정과 이동국 위치의 추정을 평균하는 수단을 더 포함하는 로컬 위치 결정 시스템.

청구항 23

제 13 항에 있어서, 상기 파일럿 채널 신호 정보는 CDMA 신호에 포함되는 로컬 위치 결정 시스템.

청구항 24

제 13 항에 있어서, 상기 파일럿 채널 신호 정보는 TDMA 신호에 포함되는 로컬 위치 결정 시스템.

청구항 25

이동국의 위치를 결정하기 위해 컴퓨터 판독 가능한 매체 상에 구현된 실행 가능한 프로그램에 있어서,

이동국에서 파일럿 채널 신호들의 도달 시간을 나타내는 파일럿 채널 신호 정보를 수신하기 위한 수신 소스 코드 세그먼트; 및

기지국 정보에 기초하고, 도달 시간이 관련된 복수의 기지국의 위치를 나타내는 파일럿 채널 신호 정보에 기초한 위치 에러 코스트 함수의 세트를 최소화하여 이동국의 위치를 추정하기 위한 평가 소스 코드 세그먼트를 포함하는 프로그램.

청구항 26

제 25 항에 있어서, 기지국들 및 이동국에 의해 형성된 각도를 포함하는 거리 에러 코스트 함수의 세트를 최소화하여 이동국에서 기지국 중 하나까지의 거리를 추정하기 위한 계산 소스 코드 세그먼트를 더 포함하는 프로그램.

청구항 27

컴퓨터 데이터 신호에 있어서,

이동국에서 파일럿 채널 신호들의 도달 시간을 나타내는 파일럿 채널 신호 정보를 수신하기 위한 수신 신호 세그먼트; 및

기지국 정보에 기초하고, 도달 시간이 관련된 복수의 기지국의 위치를 나타내는 파일럿 채널 신호 정보에 기초한 위치 에러 코스트 함수의 세트를 최소화하여 이동국의 위치를 추정하기 위한 추정 신호 세그먼트를 포함하는 컴퓨터 데이터 신호.

청구항 28

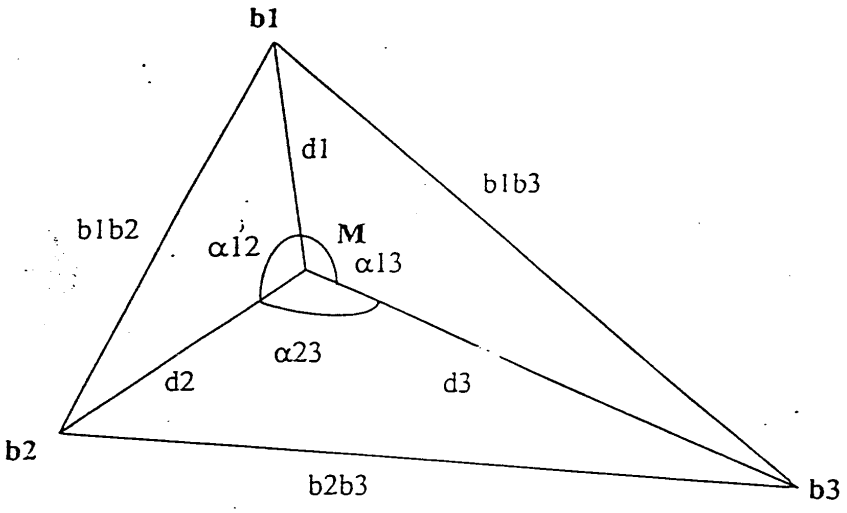
제 27 항에 있어서, 상기 기지국들 및 이동국에 의해 형성된 각도를 포함하는 거리 에러 코스트 함수의 세트를 최소화하여 이동국에서 기지국들 중 하나까지의 거리를 추정하기 위한 계산 신호 세그먼트를 더 포함하는 컴퓨터 데이터 신호.

청구항 29

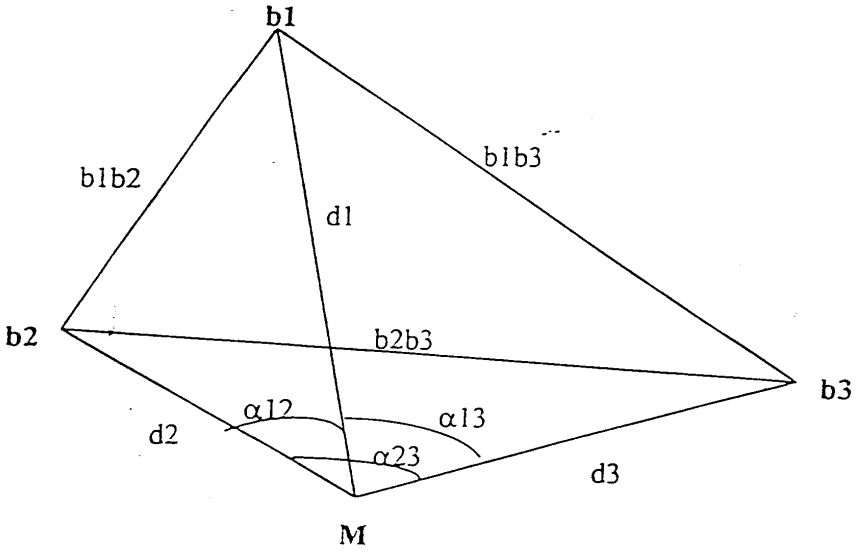
제 27 항에 있어서, 상기 컴퓨터 데이터 신호는 캐리어 웨이브상에 구현된 컴퓨터 데이터 신호.

도면

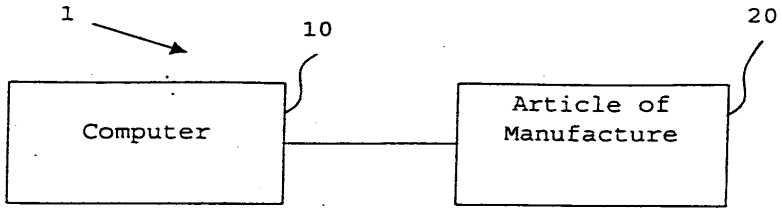
도면1



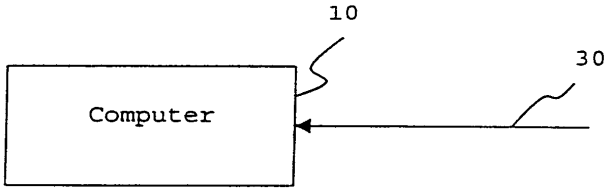
도면2



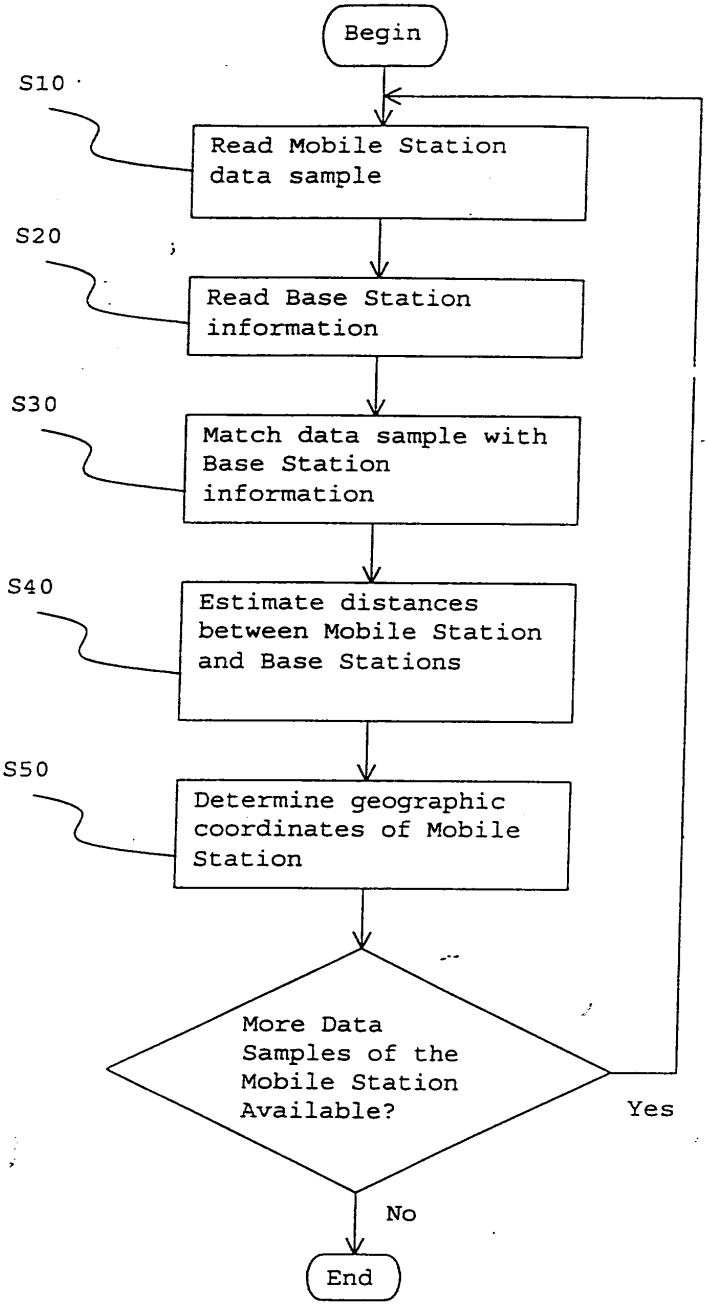
도면3a



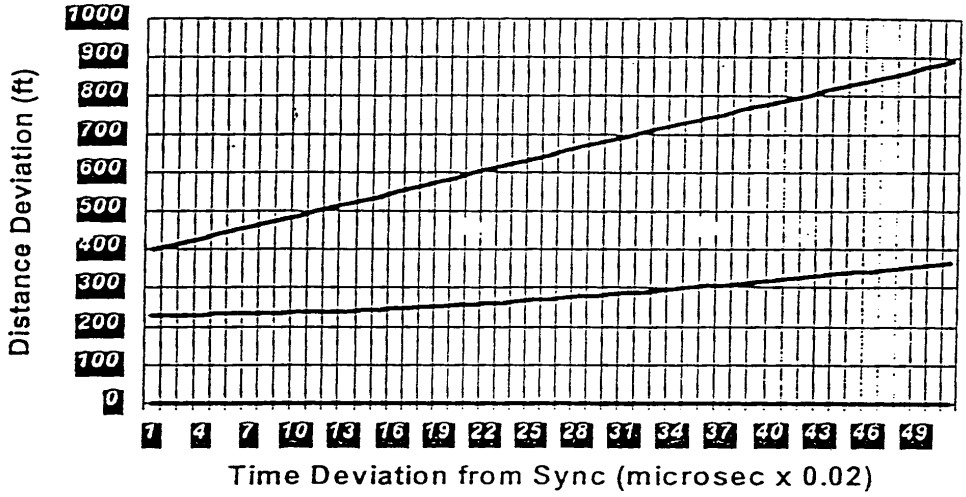
도면3b



도면4


Begin
S10
Read Mobile Station data sample
S20
Read Base Station information
S30
Match data sample with Base Station information
S40
Estimate distances between Mobile Station and Base Stations
S50
Determine geographic coordinates of Mobile Station
More Data Samples of the Mobile Station Available?
Yes
No
End

도면5


Distance Deviation (ft)
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
1
4
7
10
13
16
19
22
25
28
31
34
37
40
43
46
49
Time Deviation from Sync (microsec x 0.02)