

(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl. ⁷
G01S 5/00

(11) 공개번호 특2002 - 0008200
(43) 공개일자 2002년01월29일

(21) 출원번호 10 - 2001 - 7015279
(22) 출원일자 2001년11월28일
 번역문 제출일자 2001년11월28일
(86) 국제출원번호 PCT/GB2000/02105
(86) 국제출원출원일자 2000년06월01일

(87) 국제공개번호 WO 2000/73814
(87) 국제공개일자 2000년12월07일

(81) 지정국

국내특허 : 아랍에미리트, 안티구아바부다, 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 - 헤르체고비나, 바베이도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 리히텐슈타인, 중국, 코스타리카, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 도미니카연방, 알제리, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그레나다, 그루지야, 가나, 감비아, 크로아티아, 헝가리, 인도네시아, 이스라엘, 인도, 아이슬란드, 일본, 케냐, 키르기즈, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 라이베리아, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 모로코, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아, 몽고, 말라위, 멕시코, 모잠비크, 노르웨이, 뉴질랜드, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 슬로베니아, 슬로바키아, 시에라리온, 타지키스탄, 투르크메니스탄, 터어키, 트리니다드토바고, 탄자니아, 우크라이나, 우간다, 미국, 우즈베키스탄, 베트남, 유고슬라비아, 남아프리카, 짐바브웨, AP ARIPO특허: 가나, 감비아, 케냐, 레소토, 말라위, 모잠비크, 수단, 시에라리온, 스와질랜드, 탄자니아, 우간다, 짐바브웨, EA 유라시아특허: 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르기즈, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크메니스탄, EP 유럽특허: 오스트리아, 벨기에, 스위스, 리히텐슈타인, 사이프러스, 독일, 덴마크, 스페인, 핀란드, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴, OA OAPI특허: 부르키나파소, 베냉, 중앙아프리카, 콩고, 코트디부아르, 카메룬, 가봉, 기네, 기네비쑈, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고,

(30) 우선권주장 9912724.3 1999년06월01일 영국(GB)

(71) 출원인 캠브리지 포지셔닝 시스템스 리미티드
 피터 제임스 듀펫 - 스미스
 영국,씨비2 1엘에이 캠브리지, 힐스 로드 62 - 64

(72) 발명자 제임스폴브라이스
 영국,캠브리지씨비13에이취엘,브램프톤로드4
 피터제임스듀펫 - 스미스
 영국,캠브리지씨비48큐에스,코튼함,덴마크로드41
 폴한센
 영국,캠브리지피이173와이알,소머스함,프로비던스클로즈2

(74) 대리인

김윤배
이범일

심사청구 : 없음

(54) 개선된 무선 위치결정 시스템

요약

본 발명은, 몇몇 또는 모든 위치가 공지된 전송원의 네트워크에서, 이미 공지되었거나 공지되지 않은 수신기 또는 수신기들의 위치, 또는 위치의 변화, 또는 동작상태를 결정하는 방법을 제공한다. 제1시간에, 다수의 전송원으로부터 제1수신기에 의해 수신된 신호의 서로 또는 기준원에 대한 시간, 위상, 주파수, 또는 그 파생물의 상관 오프셋이 측정된다. 선택된 제2시간에, 다수의 전송원으로부터, 위치 또는 동작상태가 미리 공지되지 않은 제1수신기 또는 제2수신기에 의해 수신된 신호의 각각의 오프셋이 측정된다. 제1시간 또는 제2시간에 수신기 또는 수신기들의 위치, 또는 제1시간과 제2시간간 제1수신기의 위치의 변화, 또는 어느 한쪽 수신기의 동작상태가 상관 오프셋의 제1세트와 제2세트간 관계로부터 계산된다.

대표도

도 4

명세서

기술분야

본 발명은, 개선된 무선 위치결정 시스템 및 그 동작방법에 관한 것으로, 특히 추가적인 모니터링 수신기를 필요로 하지 않고 비동기화 전송기 네트워크에 이용하기 위한 것에 관한 것이다.

배경기술

본 발명에 참조된 EP - A - 0 303 371의 기술내용은 다른 목적을 위해 셋업된 각각의 독립된 무선 전송기를 사용하는 무선 네비게이션 및 트래킹 시스템에 대해 기술하고 있다. 개별적으로 취해진 각 전송기로부터의 신호는, 2개의 수신 스테이션, 즉 하나는 고정 및 공지된 위치의 수신 스테이션, 또 다른 하나는 위치가 결정되는 이동 대상에 설치된 수신 스테이션에 의해 수신된다. 하나의 수신 스테이션에서 수신된 대표신호는 또 다른 스테이션에 프로세서로 링크를 통해 보내지며, 상기 수신된 신호는 그들의 위상차 또는 시간지연을 조사하기 위해 비교된다. 3개의 멀리 떨어진 독립된 전송기에서 행해진 3개의 그와 같은 측정은 2개 범위의 이동 수신기의 위치, 즉 지면상의 위치를 결정하는데 충분하다. 또한, 2개 수신기의 마스터 오실레이터간 위상 또는 시간 오프셋(offset)도 결정된다.

EP - A - 0 303 371에 기술된 시스템에 공지된 바와 같이, "CURSOR"는 휴대가능한 수신기의 위치를 알아내기 위한 비동기화 무선 전송기를 갖추으로써 방출된 신호를 이용할 수 있는 무선 위치결정 시스템이다. 용도 - 결합 동기화 전송기의 네트워크의 시간적 코히어런스(coherence) 특성을 이용하는 몇몇 다른 시스템과는 달리, CURSOR는 단일의 전송기에 의해 전송된 신호의 공간적 코히어런스를 이용한다. 또 다른 개발에 있어서(EP - A - 0 880 712 & WO - A - 9 9/21028 참조), GSM의 이동전화 핸드세트(handset)나 또 다른 디지털 전화시스템의 위치를 찾기 위한 기술이 적용되고, 이들 기술은 전화시스템의 BTS(Base Transceiver Stations)의 네트워크에 의해 방출된 다운 - 링크 신호를 이

용하는 E - OTD(Enhanced Observed Time Difference)방법의 예이다.

본 발명에 참조된 EP - A - 0 880 712에 기술된 디지털 이동전화 애플리케이션에 대한 기술내용에 있어서, 핸드세트의 범위내의 각 BTS로부터의 신호는, 자신의 핸드세트와 위치가 정확하게 알려진 고정된 근처의 수신기인 LMU(Location Measurement Unit) 모두에 의해 수신된다.

수신된 대표신호는 그들간 시간차를 조사하기 위해 그들이 비교되는 MLC(Mobile Location Center)로 패스된다. 도 1은 표준 2차원계의 기하학적 구조를 나타낸다. 데카르트의 좌표축 x 와 y 의 원점은 O에 위치된 LMU에 중심을 둔다. 축의 방향은 중요하지는 않지만, y 축이 북남 궤적의 지도눈금을 따라 놓여지도록 알맞게 설정될 것이다. 핸드세트(R)는 LMU 위치(O)에 대한 벡터위치(r)에 위치된다. BTS(A)는 벡터위치(a)에 위치된다.

우선, BTS(A)로부터의 신호를 고려한다. R과 O에서 수신된 신호간 측정된 시간차(Δt_a)는 이하의 식에 의해 주어진다.

$$\Delta t_a = (|r - a| \cdot |a|) / v + \varepsilon,$$

여기서, v 는 무선파의 속도이고, ε 은 R과 O에 수신기들의 클럭간 클럭시간 오프셋이며, 벡터량의 각 양측의 수직 바는 상기 식에 이용된 벡터의 크기를 나타낸다. ε 의 값은 2개의 수신기에 의해 행해진 측정간 동기화 에러를 나타낸다. 마찬가지로, 이하와 같이 벡터위치 b 및 c (도시하지 않았음)에 2개의 또 다른 BTS(B 및 C)에 대해 기록된다:

$$\Delta t_b = (|r - b| \cdot |b|) / v + \varepsilon,$$

$$\Delta t_c = (|r - c| \cdot |c|) / v + \varepsilon. \quad (1)$$

Δt_a , Δt_b , Δt_c 의 값은 EP - A - 0 880 712에 기술된 방법에 의해 측정되고 a , b , c 및 v 의 값은 공지되어 있다. 따라서, ε 의 값과 함께 핸드세트의 위치 r 을 찾기 위해 상기 식 (1)이 풀어질 수 있다.

본 발명에 참조된 W0 - A - 99/21028의 기술내용은, 이들 동일한 시간 오프셋이 이하의 GSM 전화시스템의 로컬적으로 생성된 템플릿(templates)을 이용하여 어떻게 측정될 수 있는지를 기술하고 있다. 핸드세트가 BTS(A)로부터의 GSM신호의 쇼트 버스트(short bursts)를 기록했다고 가정하자. 그 기록 내에 포함된 것은 이들 전송의 일정한 특징인 프레임링(framing) 구조, 동기화 버스트 및 또 다른 "주어진" 데이터(또는 소정의 값)이다. 핸드세트 내의 프로세서는 네트워크 신호의 공지된 구조에 기초하여 매칭(matching) 템플릿을 생성할 수 있다. 그 후, 수신된 신호는 로컬적으로 생성된 템플릿에 의해 매치(match)될 수 있다. 템플릿이 매치를 발견하면, 최선의 매치 위치에서의 상관성 피크(correlation peak)는 핸드세트 내부의 로컬클럭과 수신된 신호간 시간 오프셋에 대응한다. BTS(A)에 의해 방출된 신호에 있어서, 이러한 측정된 시간 오프셋 Δt_{a1} 은 이하의 식에 의해 주어진다.

$$\Delta t_{a1} = (|r - a|) / v + \alpha_a + \varepsilon_1,$$

여기서, α_a 는 BTS 전송의 시간 오프셋이고, ε_1 은 핸드세트의 내부클럭의 시간 오프셋이며, 모두 가상의 보편적인 "절대(absolute)" 클럭에 비례한다. 또한, BTS(B 및 C)로부터의 신호도 동일한 방식으로 이하의 주어진 식에 의해 측정될 수 있다.

또한, 동일한 측정이 이하의 주어진 식으로 LMU에 의해 행해질 수 있다.

여기서, ε_2 는 동일한 가상의 보편적인 절대클럭에 비례하는 LMU의 내부클럭의 시간 오프셋이다. 식 (2)에서 식 (3)을 빼면, 이하의 식이 얻어진다.

$$\Delta t_a = \Delta t_{a1} - \Delta t_{a2} = (|r - a| - |a|)/v + \varepsilon,$$

$$\Delta t_b = \Delta t_{b1} - \Delta t_{b2} = (|r - b| - |b|)/v + \varepsilon,$$

및

$$\Delta t_c = \Delta t_{c1} - \Delta t_{c2} = (|r - c| - |c|)/v + \varepsilon, \quad (4)$$

여기서, $\varepsilon = \varepsilon_1 - \varepsilon_2$ 이다. 식 (4)는 식 (1)과 동일하고, 핸드세트의 위치(r)와 ε 의 값을 찾기 위한 동일한 방식으로 풀어질 수 있다.

상술한 방법은 시간 오프셋을 측정한다. 그러나, 그것은 때때로 이하 기술하는 바와 같이, 위상 오프셋, 주파수 오프셋, 또는 주파수 오프셋의 파생물(derivatives)을 측정하는데 유용하다.

비동기화 전송기로부터의 신호를 이용하는 모든 또 다른 방법과 마찬가지로, 상술한 CURSOR 방법은 전화시스템의 적용범위 내에서 셋업되는 LMU의 네트워크를 필요로 한다. 이들 유닛은, BTS에 의해 방출된 비동기화 신호가 핸드세트에 의해 수신된 그 동일한 신호와의 비교를 위해 측정되는 기준점으로 작용한다. 본 발명과 함께 동시에 출원되는 우리의 또 다른 특허출원서에는 모든 LMU 데이터에 대한 서비스 노드로 작용하는 단 하나의 "가상 LMU" 만을 사용하여, BTS의 전체 네트워크가 어떻게 커버될 수 있는지를 기술하고 있다. 본 발명은, 실제 LMU의 네트워크를 필요로 하지 않고 어떻게 CURSOR방법(또는 다른 E-OTD방법)이 적용될 수 있는지를 기술하고 있다.

발명의 상세한 설명

본 발명의 제1특징에 의하면, 본 발명은 몇몇 또는 모든 위치가 공지된 전송원의 네트워크에서, 이미 공지되었거나 공지되지 않은 수신기 또는 수신기들의 위치, 또는 위치의 변화, 또는 동작상태를 결정하는 방법을 제공한다. 상기 방법은,

(a) 제1시간에, 다수의 전송원으로부터 제1수신기에 의해 수신된 신호의 서로 또는 기준원에 대한 시간, 위상, 주파수, 또는 그 파생물의 상관 오프셋을 측정하는 단계와,

(b) 선택된 제2시간에, 다수의 전송원으로부터, 위치 또는 동작상태가 미리 공지되지 않은 제1수신기 또는 제2수신기에 의해 수신된 신호의 상기 각각의 오프셋을 측정하는 단계 및,

(c) 상기 제1시간 또는 제2시간에 수신기 또는 수신기들의 위치, 또는 상기 제1시간과 제2시간간 제1수신기의 위치의 변화, 또는 상관 오프셋의 제1세트와 제2세트간 관계로부터 어느 한쪽 수신기의 동작상태를 계산하는 단계를 구비하여 이루어진다.

" 동작상태" 는 속도, 가속도, 가속도의 변화율 등을 포함한 수신기의 동작함수를 의미한다.

다수의 전송원으로부터 제1 또는 제2수신기에 의해 수신된 신호의 서로 또는 기준원에 대한 시간, 위상, 주파수, 또는 그 파생물의 상관 오프셋은 전송원과 제1 또는 제2수신기간 거리의 차나 대응하는 오프셋으로 나타낼 수 있다.

만약 제2시간이 제2수신기에서 측정되면, 제1 및 제2시간은 동일한 것으로 이해될 것이다.

선택된 추가의 시간에, 다수의 전송원으로부터, 위치, 위치의 변화, 또는 동작상태가 이미 공지되었거나 공지되지 않은 제1수신기, 제2수신기, 또는 또 다른 수신기나 수신기들에 의해 수신된 신호의 서로 또는 기준원에 대한 시간, 위상, 주파수, 또는 그 파생물의 각각의 상관 오프셋이 측정되고; 어떤 또는 모든 수신기의 위치, 위치의 변화, 또는 그 동작상태가 전송원의 공지된 위치 및 측정을 이용하여 결정된다.

상기 특징에 있어서, 어떤 선택된 시간은 또 다른 어떤 선택된 시간과 동일하다는 것을 이해할 수 있다.

또한, 본 발명은 적절하게 프로그램된 컴퓨터나 마이크로프로세서에 의해 제어된 수신기를 갖춘 본 발명의 방법을 수행하기 위한 시스템을 포함한다.

도면의 간단한 설명

이하, 본 발명에 따른 일예의 방법 및 장치에 대해 도면을 참조하여 설명한다.

도 1은 표준 2차원계의 기하학적 구조를 나타낸 도면이다.

도 2는 1쌍의 BTS 유닛에 인접한 지표면(평평하다고 가정)의 평면을 나타낸 도면이다.

도 3은 표준 2차원계의 기하학적 구조를 더 설명하는 도면이다.

도 4는 본 발명에 따른 시스템을 통합하는 2개의 핸드세트와 3개의 BTS를 갖춘 디지털 이동전화 네트워크를 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명에 따른 시스템을 통합하는 3개의 핸드세트와 5개의 BTS를 갖춘 디지털 이동전화 네트워크를 나타낸 도면이다.

도 6은 BTS 및 핸드세트의 가상의 GSM 네트워크를 나타낸 도면이다.

실시예

전송기와 수신기가 디지털 이동전화 네트워크의 일부인 일예를 설명하기 위해, 핸드세트가 시간 t_1 에서 벡터위치 $\mathbf{r}(t_1)$ 에 있다고 가정하자. 그러면, 식 (2)는 이하의 식으로 된다.

$$\begin{aligned}\Delta t_{a1}(t_1) &= (|\mathbf{r}(t_1) - \mathbf{a}|)/v + \alpha_a(t_1) + \varepsilon_1(t_1), \\ \Delta t_{b1}(t_1) &= (|\mathbf{r}(t_1) - \mathbf{b}|)/v + \alpha_b(t_1) + \varepsilon_1(t_1), \\ \Delta t_{c1}(t_1) &= (|\mathbf{r}(t_1) - \mathbf{c}|)/v + \alpha_c(t_1) + \varepsilon_1(t_1),\end{aligned}\tag{5}$$

여기서, $\alpha_a(t_1)$ 은 A로부터의 BTS 전송의 시간 오프셋이고, $\alpha_b(t_1)$ 은 B로부터의 오프셋이고, $\alpha_c(t_1)$ 은 C로부터의 오프셋이며, $\varepsilon_1(t_1)$ 은 핸드세트의 내부클럭의 시간 오프셋이다. 시간 t_1 에서 측정된 모두는 가상의 보편적인 "절대" 클럭에 비례한다. 이제, 핸드세트가 이후의 시간 t_2 에서 다른 벡터위치 $\mathbf{r}(t_2)$ 에 있으면, 식 (2)는 이하의 식으로 된다.

$$\Delta t_{a1}(t_2) = (|r(t_2) - a|)/v + \alpha_a(t_2) + \varepsilon_1(t_2),$$

$$\Delta t_{b1}(t_2) = (|r(t_2) - b|)/v + \alpha_b(t_2) + \varepsilon_1(t_2),$$

$$\Delta t_{c1}(t_2) = (|r(t_2) - c|)/v + \alpha_c(t_2) + \varepsilon_1(t_2). \quad (6)$$

식 (5)에서 식 (6)을 빼면, 이하의 식이 얻어진다.

$$\Delta t_{a1}(t_1) - \Delta t_{a1}(t_2) = (|r(t_1) - a| - |r(t_2) - a|)/v + (\alpha_a(t_1) - \alpha_a(t_2)) + (\varepsilon_1(t_1) - \varepsilon_1(t_2)),$$

$$\Delta t_{b1}(t_1) - \Delta t_{b1}(t_2) = (|r(t_1) - b| - |r(t_2) - b|)/v + (\alpha_b(t_1) - \alpha_b(t_2)) + (\varepsilon_1(t_1) - \varepsilon_1(t_2)),$$

$$\Delta t_{c1}(t_1) - \Delta t_{c1}(t_2) = (|r(t_1) - c| - |r(t_2) - c|)/v + (\alpha_c(t_1) - \alpha_c(t_2)) + (\varepsilon_1(t_1) - \varepsilon_1(t_2)). \quad (7)$$

상술한 바와 같이, GSM 또는 또 다른 디지털 네트워크의 BTS 전송은 보통 동기화되지 않는다. 그러나, BTS는 보통 높은 안정성의 오실레이터가 갖추어져 있으며, 그 신호는 종종 공통기준 타이밍원으로 락(lock)된다. 이 경우, 신호는 서로에 대해 일정한 시간 오프셋을 유지하고, 따라서 $\varepsilon_a(t_1) = \varepsilon_a(t_2)$, $\varepsilon_b(t_1) = \varepsilon_b(t_2)$, 및 $\varepsilon_c(t_1) = \varepsilon_c(t_2)$. (이러한 경우가 아니더라도, BTS 신호는 종종 서비스 노드나 또 다른 네트워크 구성요소의 이들 차이의 추정이 행해질 수 있도록 충분히 안정하다). $\Delta t_a = \Delta t_{a1}(t_1) - \Delta t_{a1}(t_2)$, $\Delta t_b = \Delta t_{b1}(t_1) - \Delta t_{b1}(t_2)$, $\Delta t_c = \Delta t_{c1}(t_1) - \Delta t_{c1}(t_2)$, 및 $\varepsilon = \varepsilon_1(t_1) - \varepsilon_1(t_2)$ 라 하면, 이하의 식이 얻어진다.

$$\Delta t_a = (|r(t_1) - a| - |r(t_2) - a|)/v + \varepsilon,$$

$$\Delta t_b = (|r(t_1) - b| - |r(t_2) - b|)/v + \varepsilon,$$

$$\Delta t_c = (|r(t_1) - c| - |r(t_2) - c|)/v + \varepsilon. \quad (8)$$

식 (8)은 도 2를 참조하여 이해될 수 있다. 도면은 BTS 유닛(A 및 B)에 인접한 지표면(평평하다고 가정)의 평면을 나타낸다. 식의 첫번째에서, 용어 $|r(t_1) - a|$ 는 시간 t_1 에서 A로부터의 핸드세트의 거리를 나타내고, 용어 $|r(t_2) - a|$ 는 시간 t_2 에서 그 거리를 나타낸다. 식 (8)의 첫번째는 반지름이 $v \Delta t_a - v \varepsilon$ 정도 다른 A를 중심으로 한 2개의 동심원의 위치를 나타내는 이하의 식으로 다시 쓰여질 수 있다.

$$|r(t_1) - a| - |r(t_2) - a| = v \Delta t_a - v \varepsilon,$$

상기 동심원은 각각 도 2에서 1 및 2로 표시된다. 상기 식은 어느 한쪽 원의 반지름을 정의하거나, 그들간 차이도 정의하지 않는다. 따라서, 자연히 이러한 식은 어느 한쪽의 지점 $r(t_1)$ 또는 $r(t_2)$ 를 알아내지 못한다. 또한, 도 2에는 식 (8)의 두번째로 나타낸 B를 중심으로 하는 제2의 한쌍의 동심원 3 및 4가 표시되어 있다. 역시, 그들 반지름이 식에 의해 정의되지는 않지만, 그들 반지름간 차이는 $v \Delta t_b - v \varepsilon$ 이어야 한다. 지점 $r(t_1)$ 은 원 1과 3의 교차점중 어느 한점에 위치되고, 지점 $r(t_2)$ 는 원 2와 4의 교차점중 어느 한점에 위치된다. ε 의 값이 제로(zero), 즉 핸드세트의 내부클럭이 측정간 정확한 시간을 유지한다고 가정할 경우, 도 2에 나타낸 지점 $r(t_1)$ 의 위치 P를 알고 있다면, 4개의 원이 이제 공간에 고정되기 때문에, 지점 $r(t_2)$ 가 Q에 존재한다는 것을 추론할 수 있어, 이후의 시간 핸드세트의 위치를 측정할 수 있다. 사실상, ε 이 제로인 것을 추정할 수 없기 때문에, 주어진 P와 Q를 찾기 위해 식 (8)의 3개 모두를 이용해야만 한다.

또한, 원 2와 4의 제2교차점 Q'와, 이후 $r(t_2)$ 의 결정에서의 앰비규티(ambiguity)가 있다. 이러한 앰비규티가 또 다른 수단에 의해 분석될 수 없으면(예컨대, 시간 $t_2 - t_1$ 중 P에서 Q로 이동할 수 없는 보행자에 의해 핸드세트가 사용되는 것을 식별함으로써), 4개의 BTS를 포함하는 4개의 측정이 이용된다.

본 발명의 장점중 하나는, 단일 핸드세트가 2개의 다른 시간에 최소 3개의 지리적으로 분리된 BTS로부터 신호의 측정을 행하면, 적어도 3개의 BTS가 2개의 측정세트에 공통인 것이 제공된, 이들 2개의 시간(공지된 시작점에 상관없이)간 핸드세트의 위치의 변화를 결정할 수 있는 것이다. 핸드세트의 위치가 미리 몇몇 지점에서 결정되면, 이러한 기술의 사용은 핸드세트 내의 자발적인 네비게이션, 즉 CURSOR 또는 어떤 또 다른 E-OTD 시스템에 상관없는 네비게이션을 요구하는 애플리케이션을 가능하게 할 수 있다.

이후에 기술되는 본 발명의 확장은, 측정이 측정된 양의 파생물, 또는 변화의 비율을 추정하도록 시간 t_1 과 t_2 가 어떻게 서로 독단적으로 가까워질 수 있는지를 나타낸다.

상기 설명은, (a) 핸드세트의 위치가 초기 시간에 공지되고, (b) 그 사이에 BTS에 의해 방출된 신호간 상관적인 드리프트(drift)가 없는(또는 그와 같은 드리프트가 공지된) 것이 제공된 나중 시간 및 초기 시간 모두에서 행해진 3개의 지리학적으로 분산된 3개의 CURSOR 등의 측정으로부터 나중 시간에 핸드세트의 위치가 어떻게 얻어질 수 있는지를 나타낸다. 위치결정의 정확성은 제1위치가 공지되는 정확도와 측정간 이동된 거리에 달려 있다. 실제로, 식 (8)은 5개의 공지되지 않은 양을 포함한다. 즉, 각각의 2개 지점 P 및 Q의 x 와 y 좌표 및, 공지되지 않은 핸드세트 클럭 드리프트 ε 을 포함한다. 따라서, 제1 및 제2위치 모두에서 각각 5개의 지리학적으로 분산된 BTS상의 CURSOR 등의 측정은, 핸드세트가 2개의 측정세트간 감지할 수 있을 정도로 이동되면 P 및 Q 모두를 결정하는데 충분하다.

따라서, 본 발명은 어떠한 LMU도 전혀 필요로 하지 않고 비동기화 디지털 이동전화 네트워크의 이동 핸드세트의 위치를 찾는 E-OTD방법을 제공한다. 특히, 미리 위치 시스템을 갖추지 못한 네트워크의 핸드세트를 트래킹 하는데 유용하다.

본 발명의 또 다른 장점은, 제2핸드세트의 공지되지 않은 위치를 찾기 위해 하나의 핸드세트의 공지된 위치를 사용할 수 있다는 것이다. 각각의 핸드세트가 3개의 지리학적으로 분산된 BTS(A,B,C; 도 4 참조)를 이용하여 동시에 측정을 행한다고 가정하자. 그러면, 제1핸드세트(H_1)에 대한 식 (5)는 이하의 식과 같다.

$$\begin{aligned}\Delta t_{a1}(t_1) &= (|r_1(t_1) - a|)/v + \alpha_a(t_1) + \varepsilon_1(t_1), \\ \Delta t_{b1}(t_1) &= (|r_1(t_1) - b|)/v + \alpha_b(t_1) + \varepsilon_1(t_1), \\ \Delta t_{c1}(t_1) &= (|r_1(t_1) - c|)/v + \alpha_c(t_1) + \varepsilon_1(t_1),\end{aligned}\tag{9}$$

여기서, $r_1(t_1)$ 은 H_1 의 (공지된)위치이고, 그 측정은 시간 t_1 에서 행해진다.

제2핸드세트에 대한 동일한 식은 이하의 식과 같다.

$$\begin{aligned}\Delta t_{a1}(t_2) &= (|r_2(t_2) - a|)/v + \alpha_a(t_2) + \varepsilon_2(t_2), \\ \Delta t_{b1}(t_2) &= (|r_2(t_2) - b|)/v + \alpha_b(t_2) + \varepsilon_2(t_2), \\ \Delta t_{c1}(t_2) &= (|r_2(t_2) - c|)/v + \alpha_c(t_2) + \varepsilon_2(t_2),\end{aligned}\tag{10}$$

여기서, $r_2(t_2)$ 는 H_2 의 (공지되지 않은)위치이고, 그 측정은 시간 t_2 에서 행해진다.

식 (9)에서 식 (10)을 빼고, $\alpha_a(t_1)=\alpha_a(t_2), \alpha_b(t_1)=\alpha_b(t_2), \text{ 및 } \alpha_c(t_1)=\alpha_c(t_2)$ 라 적고, $\Delta t_a = \Delta t_{a1}(t_1) - \Delta t_{a1}(t_2), \Delta t_b = \Delta t_{b1}(t_1) - \Delta t_{b1}(t_2), \Delta t_c = \Delta t_{c1}(t_1) - \Delta t_{c1}(t_2), \text{ 및 } \varepsilon = \varepsilon_1(t_1) - \varepsilon_2(t_2)$ 라 쓰면, 식 (8)의 형태와 동일한 이하의 식이 얻어진다.

$$\begin{aligned}\Delta t_a &= (|r_1(t_1) - a| - |r_2(t_2) - a|)/v + \varepsilon, \\ \Delta t_b &= (|r_1(t_1) - b| - |r_2(t_2) - b|)/v + \varepsilon, \\ \Delta t_c &= (|r_1(t_1) - c| - |r_2(t_2) - c|)/v + \varepsilon,\end{aligned}\tag{11}$$

따라서, 시간 t_1 에서 H_1 의 위치인 $r_1(t_1)$ 이 주어지고, 시간 t_2 에서 H_2 의 위치인 $r_2(t_2)$ 를 계산할 수 있다(더욱이, 다른 수단에 의해 이것이 분석될 수 없다면, $r_2(t_2)$ 의 앰비규티를 분석하기 위해 4개 BTS상의 측정이 필요해진다). 이 경우, t_1 은 t_2 와 동일하다.

이러한 동일한 개념이 많은 핸드세트로 확대될 수 있다. 식 (11)에 있어서, 벡터 $r_1(t_1)$ 은 위치가 공지된 제1핸드세트(H_1)와 관련되고, 벡터 $r_2(t_2)$ 는 많은 수중 어떤 하나를 나타내는 소정의 제2핸드세트($H_2 - H_n$)와 관련된다. 따라서, 새로운 영역에 아주 신속하게 E-OTD 서비스를 확립할 가능성을 제공하는 "LMU"와 같이 공지된 위치에서 제1핸드세트(H_1)를 임시의 측정으로서 이용할 수 있다.

이 방법은 LMU로 이미 뒤덮힌 영역에서도 사용될 수 있다. 핸드세트(H_n)의 위치를 찾기 위한 통상 E-OTD방법을 사용하면, 핸드세트는 LMU에 상관없이 트랙될 수 있다. 핸드세트 위치의 계산은 애플리케이션에 따라 서비스 노드(예컨대, 이동위치 중심; MLC(Mobile Location Center))에서, 또 다른 위치에서, 또는 핸드세트 자신에서 행해질 수 있다.

그들 위치가 아무것도 공지되어 있지 않은 영역 내의 많은 핸드세트($H_1 - H_n$)의 시스템에 대한 또 다른 관련 애플리케이션이 있다. 충분히 멀리 떨어진 어떤 쌍이 동일한 5개의 BTS(A-E; 도 5의 예시 참조)를 측정할 수 있는 것이 제공된 경우, 그들의 위치는 식 (8)의 3개처럼 5개의 식을 이용하여 결정될 수 있다. 또한, 분리된 쌍이 적어도 3개 또는 4개의 공통 BTS를 측정할 수 있는 것이 제공된 경우, 단기간동안 쌍에 의한 그와 같은 많은 측정에 기초한 계산은 모든 그들의 위치를 결정하기에 충분하다.

예컨대, 3개의 핸드세트(H_1 , H_2 및 H_3 ; 도 5 참조) 세트를 고려하자. H_1 과 H_2 , H_2 와 H_3 및, H_3 과 H_1 의 상관 위치는, 삼각형 $H_1 H_2 H_3$ 의 정점의 위치상에 식에 의해 부과된 제약이 유일한 해법을 제시하기 때문에 3개 또는 4개의 BTS 측정을 이용하여 계산될 수 있다. 어떤 경우, 공지된 통계기술은 베이스 정리(Bayes' theorem)에 기초한 그와 같은 기술이나, 또는 식을 풀기 위해 이용될 수 있는 최대 가능한 방법이 존재한다.

상기 기술한 바와 같이, BTS 네트워크 안전성이 측정간 상관 드리프트를 예측하는데 충분히 양호하다는 것을 추측할 수 있다. BTS 신호가 서로에 대해 독립적으로 작용하는 네트워크, 즉 전송간 어떠한 종류의 동기화도 없는 네트워크에 본 발명을 적용할 수 있다. 이 경우, 적어도 2개의 핸드세트는 동일한 5개의 지리학적으로 분산된 BTS로부터 신호를 서로 거의 동시에 수신할 수 있는 것을 필요로 한다. 그러면, 식 (11)은 이하와 같은 식이 된다.

$$\begin{aligned}\Delta t_a &= (|r_1(t_1) - a| - |r_2(t_1) - a|)/v + \varepsilon, \\ \Delta t_b &= (|r_1(t_1) - b| - |r_2(t_1) - b|)/v + \varepsilon, \\ \Delta t_c &= (|r_1(t_1) - c| - |r_2(t_1) - c|)/v + \varepsilon, \\ \Delta t_d &= (|r_1(t_1) - d| - |r_2(t_1) - d|)/v + \varepsilon, \\ \Delta t_e &= (|r_1(t_1) - e| - |r_2(t_1) - e|)/v + \varepsilon,\end{aligned}\tag{12}$$

여기서, a, b, c, d 및 e는 5개의 BTS의 벡터위치이고, $r_1(t_1)$ 은 제1핸드세트(H_1)의 벡터위치이고, $r_2(t_1)$ 은 제2핸드세트(H_2)의 벡터위치이며, 양쪽의 측정세트는 동일한 시간(t_1)에 행해진다. 이러한 움직임은, 예컨대 특정 프레임 수 또는 특정 신호와 같은 전송의 특정 구성요소로 신호된다. 식 (12)에 있어서, BTS로부터 신호의 전송시간 오프셋(양 $\alpha_a, \alpha_b, \alpha_c$, 등)은 상쇄되고 드리프트가 무시할 정도로 충분히 작은 시간에 서로 충분히 가까운 2개의 핸드세트에 의해 측정이 행해지는 것은 나타나지 않는다. 식 (12)의 5개의 측정은 2개의 핸드세트의 위치를 알아내는데 충분하다. 이 경우, LMU나 그에 상당하는 것을 필요로 하지 않는다.

본 발명에 참조된 우리의 또 다른 PCT 특허출원서의 기술내용에는 LMU의 네트워크로부터의 측정이 어떻게 하나의 리스트로 함께 수집될 수 있는지를 기술하고 있으며, "가상" LMU(VLMU)는 마치 BTS가 단일 VLMU에 의해 측정될 수 있는 것과 같다. 본 발명에 대한 확장은 실제 LMU를 전혀 갖추지 않은 GSM이나 또 다른 전송 네트워크에 하나 이상의 VLMU를 셋업하는 것이다. 특히 식 (5) 내지 (12)와 관련하여, 상술한 핸드세트에 의한 타이밍 측정은 VLMU 내에 유지되어 다음의 표준 CURSOR이나 또 다른 E-OTD 위치계산에 이용되는 BTS로부터 신호의 수신시간 오프셋의 맵(map)을 제공하도록 처리된다. 또한, 실제 LMU의 완전한 네트워크에서와 같이 동일한 레벨의 서비스를 제공하도록 핸드세트의 측정에 의해 하나 이상의 VLMU에 실제 LMU의 부족한 적용범위를 증대시키는 시스템을 생각할 수 있다.

이제, 본 발명에 통합되는 예시 시스템의 동작을 가상의 측정을 통해 설명한다.

도 6에는 5개의 BTS의 가상의 네트워크가 충만된 원으로 도시되어 있다. 또한, 거리가 약 2.2km 떨어진 2개의 핸드세트의 위치가 빈공간의 정사각형으로 도시되어 있다. 컴퓨터 프로그램(실제로, 한쪽 또는 양쪽 핸드세트의 마이크로프로세서에서 동작될 수 있는)은, 실제 조건에 더 가깝게 시뮬레이트 하기 위해 50meter rms에 상당하는 추가적인 임의의 노이즈 성분을 포함하는, 각각의 핸드세트에 의해 행해지는 타이밍 오프셋 측정의 리스트를 생성하기 위해 이용된다. 각각의 BTS(B)에는 보편적인 "절대" 클럭에 대해 임의로 선택된 독립된 각각의 신호 타이밍 오프셋 ϕ 가 할당된다. 또한, 각각의 핸드세트(H)에는 내부 클럭의 동기화 에러(ε)에 대한 임의의 값이 할당된다. 다음에, 각각의 핸드세트에서 각각의 BTS까지의 거리가 내부클럭에 따라 각각의 핸드세트에 의해 수신된 신호의 시간 오프셋의 리스트를 검파 일하기 위해 이용된다. 다음에, 2개의 타이밍 오프셋의 리스트가 상기 5개의 식 (12)를 풀기위해 프로그램된 컴퓨터에서 처리된다. 그 결과가 크로스 X로 도면에 도시되어 있다. 하부 좌측코너 쪽에 핸드세트에 대한 동향 및 북향의 에러가 각각 -95meter와 -59meter에 있고, 상부 우측코너 쪽에 가까운 핸드세트의 경우, 그 에러가 -100meter와 +30meter에 있다. 표시된 위치를 둘러싸는 타원은 실제 위치가 67%레벨에 있는 것으로 예측되는 신뢰된 영역을 나타낸다. 반장축(semi-major axes)은 길이 160meter와 240meter에 있다.

일반적으로, 이러한 방법으로 생성된 위치의 에러간 현저한 상관성이 있으며, 그 결과 어느 하나의 핸드세트에서 또 다른 핸드세트까지의 거리가 보다 정확하게 공지된다. 상기 예에 있어서, 측정된 거리, 실제로 2.2km에서의 에러는 90meter보다 적다.

이하, 측정된 양의 파생물, 또는 변화의 다양한 비율이 이용되는 본 발명에 따른 시스템의 제2예에 대해 설명한다.

식 (7)의 첫번째에서, 시간 t_1 에서 위치 $r(t_1)$ 에 있을 때 관찰된 시간 오프셋 $\Delta t_{a1}(t_1)$ 의, 그리고 시간 t_2 에서 위치 $r(t_2)$ 에 있을 때 관찰된 시간 오프셋 $\Delta t_{a1}(t_2)$ 의 BTS(A)로부터 신호의 측정을 행하는 단일 핸드세트의 경우가 고려된다. 이 식은 이하의 식으로 다시 쓰여진다:

$$\Delta t_{a1}(t_1) - \Delta t_{a1}(t_2) = (|r(t_1) - a| - |r(t_2) - a|)/v + (\alpha_a(t_1) - \alpha_a(t_2)) + (\varepsilon_1(t_1) - \varepsilon_1(t_2)).$$

이하와 같이, 상기 식의 일부 명칭을 변경하면,

$$\begin{aligned} t_1 &= t \\ t_2 &= t + \Delta t \\ \Delta t_{a1}(t) &= T_a(t) \\ T(t + \Delta t) - T(t) &= \Delta T_a(t) \\ \varepsilon_1 &= \varepsilon. \end{aligned}$$

상기 식은 이하와 같은 식이 된다.

$$\Delta T_a(t) = (|r(t+\Delta t) - a| - |r(t) - a|)/v + \alpha_a(t+\Delta t) - \alpha_a(t) + \varepsilon(t+\Delta t) - \varepsilon(t). \quad (13)$$

측정기간 Δt (독단적으로 순식간에 행해질 수 있는)동안 ϕ 의 값이 크게 변경되지 않는 네트워크의 BTS 전송의 안정성이 있다고 다시한번 가정하자. 그러면, $\alpha_a(t+\Delta t) = \alpha_a(t)$ 와, 식 (13)은 단순화 되고, 5개의 BTS에 대한 완전한 세트는 이하의 식으로 된다.

$$\begin{aligned}
 \Delta T_a(t) &= (|\mathbf{r}(t+\Delta t) - \mathbf{a}| - |\mathbf{r}(t) - \mathbf{a}|)/v + \varepsilon(t+\Delta t) - \varepsilon(t) \\
 \Delta T_b(t) &= (|\mathbf{r}(t+\Delta t) - \mathbf{b}| - |\mathbf{r}(t) - \mathbf{b}|)/v + \varepsilon(t+\Delta t) - \varepsilon(t) \\
 \Delta T_c(t) &= (|\mathbf{r}(t+\Delta t) - \mathbf{c}| - |\mathbf{r}(t) - \mathbf{c}|)/v + \varepsilon(t+\Delta t) - \varepsilon(t) \\
 \Delta T_d(t) &= (|\mathbf{r}(t+\Delta t) - \mathbf{d}| - |\mathbf{r}(t) - \mathbf{d}|)/v + \varepsilon(t+\Delta t) - \varepsilon(t) \\
 \Delta T_e(t) &= (|\mathbf{r}(t+\Delta t) - \mathbf{e}| - |\mathbf{r}(t) - \mathbf{e}|)/v + \varepsilon(t+\Delta t) - \varepsilon(t).
 \end{aligned} \tag{14}$$

이들 식은 LMU 네트워크에 상관하지 않고 $\mathbf{r}(t + \Delta t)$ 및 $\mathbf{r}(t)$ 모두를 부여하기 위해 식 (12)와 같은 동일한 방식으로 정확하게 풀어질 수 있다. 제로(zero)로 될 가능성이 있기 때문에, 식의 파생물, 또는 변화의 비율은 이하의 식에서 찾을 수 있다.

$$\begin{aligned}
 \frac{dT_a}{dt} &= |\mathbf{v}| \cos \theta_a / v + \frac{d\varepsilon}{dt} \\
 \frac{dT_b}{dt} &= |\mathbf{v}| \cos \theta_b / v + \frac{d\varepsilon}{dt} \\
 \frac{dT_c}{dt} &= |\mathbf{v}| \cos \theta_c / v + \frac{d\varepsilon}{dt} \\
 \frac{dT_d}{dt} &= |\mathbf{v}| \cos \theta_d / v + \frac{d\varepsilon}{dt} \\
 \frac{dT_e}{dt} &= |\mathbf{v}| \cos \theta_e / v + \frac{d\varepsilon}{dt},
 \end{aligned} \tag{15}$$

여기서, v 는 핸드세트의 속도($v = d\mathbf{r}/dt$)이고, θ 는 BTS에서 핸드세트까지의 속도벡터와 벡터간 각이며, $d\varepsilon/dt$ 는 핸드세트의 내부클럭의 변화율, 즉 그 명목상의 값에 의한 핸드세트의 크리스탈 오실레이터의 주파수 오프셋이다. 이들 식은 수학적으로 식 (14)와 동일하고 LMU 네트워크에 상관하지 않고 핸드세트의 위치($\mathbf{r}$)와 속도($\mathbf{v}$) 모두를 부여하도록 풀어질 수 있다.

또, 핸드세트가 일정한 속도로 이동하고 있다고 가정하면, 파생물은 $d^2 \varepsilon / dt^2$ 의 값을 무시해도 되는 것으로 가정한 이하의 식으로 구해질 수 있다.

$$\begin{aligned}
 v \frac{d^2 T_a}{dt^2} &= \frac{|\mathbf{v}|^2}{|\mathbf{r} - \mathbf{a}|} \sin^2 \theta_a, \\
 v \frac{d^3 T_a}{dt^3} &= -3 \frac{|\mathbf{v}|^3}{|\mathbf{r} - \mathbf{a}|^2} \cos \theta_a \sin^2 \theta_a,
 \end{aligned} \tag{16}$$

많은 상황에서, 이들 파라미터의 몇개의 측정만이 사용가능할 것이다. 그럼에도 불구하고, 핸드세트 위치의 추정을 개선하기 위한 또 다른 E-OTD 계산도 포함될 수 있다. 그러나, 이들 모든 파라미터의 측정이 행해지면, BTS와 핸드세트간 거리와, 핸드세트의 속도 모두가 이하의 식과 같이 $d\varepsilon/dt$ 의 함수로서 결정될 수 있다.

$$\begin{aligned}
 |\mathbf{r}-\mathbf{a}| &= \left(3 \cdot v \frac{dT_a}{dt} \frac{d^2T_a}{dt^2} / \frac{d^3T_a}{dt^3} \right) - \left(3 \cdot v \frac{d^2T_a}{dt^2} / \frac{d^3T_a}{dt^3} \right) \frac{d\epsilon}{dt} \\
 |\mathbf{v}| \cos \theta_a &= \frac{dT_a}{dt} - \frac{d\epsilon}{dt} \\
 |\mathbf{v}| \sin \theta_a &= \frac{d^2T_a}{dt^2} \sqrt{\frac{3 \left(\frac{d\epsilon}{dt} - \frac{dT_a}{dt} \right)}{\frac{d^3T_a}{dt^3}}} \quad (17)
 \end{aligned}$$

3개 이상의 지리학적으로 분산된 BTS에서 측정이 행해지면, LMU 네트워크에 상관하지 않고 직접적으로 r , $d\epsilon/dt$ 및 v 를 풀 수 있다.

그러나, 상기 식이 구해질 수 없는 상황이 있다. 이는 d^3T_a/dT^3 이 제로일 경우 발생한다. 이러한 경우에서 조차, 제로의 값(노이즈가 없는)에 대한 4가지의 가능한 이유만 있으면 r 및 v 에 대한 정보는 여전히 얻어질 수 있다:

1. 핸드세트가 안정하면, 즉 $v=0$ 이면, d^2T_a/dT^2 과 d^3T_a/dT^3 모두는 제로이고, 따라서,

$$\frac{dT_a}{dt} = \frac{d\epsilon}{dt}.$$

2. $\theta_a = \pm 90^\circ$ 이면, d^3T_a/dT^3 은 제로가 되고, 따라서,

$$\frac{d^2T_a}{dt^2} = \frac{|\mathbf{v}|^2}{|\mathbf{r}-\mathbf{a}| \cdot v}, \quad \text{및} \quad \frac{dT_a}{dt} = \frac{d\epsilon}{dt}.$$

3. 핸드세트가 직접 BTS쪽으로 이동하면, 즉 $\theta_a = 0^\circ$ 이면, d^2T_a/dT^2 과 d^3T_a/dT^3 모두는 제로이고, 반면,

$$\frac{dT_a}{dt} = \frac{|\mathbf{v}|}{v} + \frac{d\epsilon}{dt}.$$

4. 핸드세트가 직접 BTS에서 멀리 이동하면, 즉 $\theta_a = 180^\circ$ 이면, d^2T_a/dT^2 과 d^3T_a/dT^3 모두는 제로이고, 반면,

$$\frac{dT_a}{dt} = \frac{-|\mathbf{v}|}{v} + \frac{d\epsilon}{dt}.$$

측정을 행하는 동안 핸드세트가 직접 BTS 아래를 통과하면, 즉 $r=a$ 이면, 그곳이 $\frac{dT_a}{dt}$ 의 불연속점이다. 그와 같은 불연속점이 핸드세트에 의해 관찰되면, 오직 단일 BTS만의 측정에 의해 그 위치가 즉시 공지된다.

GSM 시스템과 같은 디지털 전화 네트워크에 핸드셋이 이용될 경우, 서빙(serving) BTS에 의해 자신의 신호와 동시에 핸드셋 신호가 수신되도록, "서빙 BTS" (즉, 핸드셋이 전화를 목적을 위한 통신수단인 BTS)로부터 수신된 신호에 대한 핸드셋 타이밍이 진행된다. 이것은 종종 "타이밍 진행"으로 알려져 있다. 사실상, 이것은 핸드셋이, 서빙 BTS, 즉 BTS A로부터 수신된 신호에 그 자신의 내부클럭을 동기화 시키는 것을 의미한다. 이러한 동기화는 식 (16)을 이하와 같은 식의 형태로 변경한다.

$$\begin{aligned} v \frac{dT_{ba}}{dt} &= |v|(\cos\theta_b - \cos\theta_a) \\ v \frac{d^2T_{ba}}{dt^2} &= |v|^2 \left(\frac{\sin^2\theta_b}{|r-b|} - \frac{\sin^2\theta_a}{|r-a|} \right) \\ v \frac{d^3T_{ba}}{dt^3} &= -3|v|^3 \left(\frac{\cos\theta_b \sin^2\theta_b}{|r-b|^2} - \frac{\cos\theta_a \sin^2\theta_a}{|r-a|^2} \right) \end{aligned} \quad (18)$$

또한, 이들 값의 몇몇 또는 모두의 측정이 추가적인 제약을 부과하기 위해 E-OTD 측정과 조합되어 예측된 위치 및 속도의 정확도가 향상될 수 있다. 예컨대, 상기 모든 파라미터가 BTS B 및 C 모두에서 측정되면, 이전과 마찬가지로 핸드셋의 위치와 속도를 부과하기 위해 LMU 네트워크에 상관하지 않고 식이 풀어질 수 있다.

상기 예의 본 발명의 시스템에 있어서, 타이밍 오프셋의 측정이, 예컨대 타이밍 오프셋의 변화율을 추정하기 위해 이용된다. 이것은 그 BTS로부터 신호의 주파수 오프셋을 측정하는 것과 같고, 또한 이것은 수신기로부터 기본대역 신호를 측정하여 분석함으로써 곧바로 달성될 수 있다. 예컨대, GSM 시스템(형태가 미리 공지된)의 동기화 버스트에 대응하는 디지털화된 I 및 Q 데이터 샘플은 고속 푸리에 변환과 같은 공지된 기술을 이용하여 주파수 도메인으로, 그리고 신호의 주파수 오프셋을 얻기 위해 기대값과 비교된 확인된 특징의 주파수로 변환될 수 있다.

이러한 기술은, 핸드셋의 속도가 이러한 방법으로 측정될 수 있는 정확도로 노이즈비에 대한 신호의 효과를 시험하기 위해 컴퓨터 프로그램으로 시뮬레이트 된다. 또한, 그 정확도는 주파수 스펙트럼과 매치시키기 위해 이용된 템플릿의 샘플수(N)에 달려 있다. 그 결과는 이하의 표와 같다:

S/N 비	N = 64	N = 128	N = 256
10	38.4	12.8	4.8
30	12.8	4.3	1.6
100	3.8	1.3	0.5

상기 표는 대응하는 S/N비의 값과 템플릿 길이와 관련된 시간당 킬로미터의 에러를 나타낸다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

몇몇 또는 모든 위치가 공지된 전송원의 네트워크에서, 이미 공지되었거나 공지되지 않은 수신기 또는 수신기들의 위치, 또는 위치의 변화, 또는 동작상태를 결정하는 방법에 있어서,

- (a) 제1시간에, 다수의 전송원으로부터 제1수신기에 의해 수신된 신호의 서로 또는 기준원에 대한 시간, 위상, 주파수, 또는 그 파생물의 상관 오프셋을 측정하는 단계와,
- (b) 선택된 제2시간에, 다수의 전송원으로부터, 위치 또는 동작상태가 미리 공지되지 않은 제1수신기 또는 제2수신기에 의해 수신된 신호의 상기 각각의 오프셋을 측정하는 단계 및,
- (c) 상기 제1시간 또는 제2시간에 수신기 또는 수신기들의 위치, 또는 상기 제1시간과 제2시간간 제1수신기의 위치의 변화, 또는 상관 오프셋의 제1세트와 제2세트간 관계로부터 어느 한쪽 수신기의 동작상태를 계산하는 단계를 구비하여 이루어진 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 제2시간은 제2수신기에서 측정되고, 상기 제1 및 제2시간은 동일한 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3.

제1항 또는 제2항에 있어서, 선택된 추가의 시간에, 다수의 전송원으로부터, 위치, 위치의 변화, 또는 동작상태가 미리 공지되었거나 공지되지 않은 제1수신기, 제2수신기, 또는 또 다른 수신기나 수신기들에 의해 수신된 신호의 서로 또는 기준원에 대한 시간, 위상, 주파수, 또는 그 파생물의 각각의 상관 오프셋이 측정되고; 어떤 또는 모든 수신기의 위치, 위치의 변화, 또는 그 동작상태가 전송원의 공지된 위치 및 상기 측정을 이용하여 결정되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4.

제3항에 있어서, 상기 어떤 선택된 시간은 어떤 또 다른 선택된 시간과 동일한 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5.

제1항 내지 제4항중 어느 한항에 있어서, 상기 수신기는 GSM 시스템의 핸드세트이고, 상기 그 또는 각각의 핸드세트는 서빙(serving) BTS와 동시에 타이밍이 진행되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6.

제5항에 있어서,

(d) 제1시간에, 넌 - 서빙(non - serving) BTS로부터 제1핸드세트에 의해 수신된 신호의 서로 또는 기준원에 대한 시간, 위상, 주파수, 또는 그 파생물의 상관 오프셋을 측정하는 단계와,

(e) 이후에 선택된 제2시간에, 넌 - 서빙 BTS로부터 제1핸드세트 또는 제2핸드세트에 의해 수신된 신호의 서로 또는 기준원에 대한 각각의 시간, 위상, 주파수, 또는 그 파생물의 상관 오프셋을 측정하는 단계 및,

(f) 어느 한쪽 핸드세트의 위치, 또는 제1시간 또는 제2시간간 제1핸드세트의 위치의 변화, 또는 데이터의 제1세트와 제2세트간 관계로부터 제1시간 또는 제2시간에 어느 한쪽 핸드세트의 동작상태를 계산하는 단계를 더 구비하여 이루어진 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7.

몇몇 또는 모든 위치가 공지된 전송원의 네트워크에서, 이미 공지되었거나 공지되지 않은 수신기 또는 수신기들의 위치, 또는 위치의 변화, 또는 동작상태를 결정하기 위한 시스템에 있어서,

(a) 제1시간에, 다수의 전송원으로부터 제1수신기에 의해 수신된 신호의 서로 또는 기준원에 대한 시간, 위상, 주파수, 또는 그 파생물의 상관 오프셋을 측정하기 위한 수단과,

(b) 선택된 제2시간에, 다수의 전송원으로부터, 위치 또는 동작상태가 미리 공지되지 않은 제1수신기 또는 제2수신기에 의해 수신된 신호의 상기 각각의 오프셋을 측정하기 위한 수단 및,

(c) 상기 제1시간 또는 제2시간에 수신기 또는 수신기들의 위치, 또는 상기 제1시간과 제2시간간 제1수신기의 위치의 변화, 또는 상관 오프셋의 제1세트와 제2세트간 관계로부터 어느 한쪽 수신기의 동작상태를 계산하기 위한 수단을 구비하여 구성된 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 8.

제7항에 있어서, 선택된 추가의 시간에, 다수의 전송원으로부터, 위치, 위치의 변화, 또는 동작상태가 미리 공지되지 않은 제1수신기, 제2수신기, 또는 또 다른 수신기나 수신기들에 의해 수신된 신호의 서로 또는 기준원에 대한 시간, 위상, 주파수, 또는 그 파생물의 각각의 상관 오프셋을 측정하기 위한 수단과,

어떤 또는 모든 수신기의 위치, 위치의 변화, 또는 동작상태를 전송원의 공지된 위치 및 상기 측정을 이용하여 계산하기 위한 수단을 더 구비하여 구성된 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 9.

제7항 또는 제8항에 있어서, 상기 측정수단 및 상기 계산수단은 상기 하나 이상의 수신기에 마이크로프로세서를 포함한 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 10.

제7항 내지 제9항중 어느 한항에 있어서, GSM 시스템의 구성요소 또는 구성요소들로 이루어진 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 11.

제10항에 있어서, 하나 이상의 핸드세트를 포함하고, 그 또는 각각의 핸드세트는 서빙 BTS와 동시에 타이밍이 진행되는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 12.

제11항에 있어서,

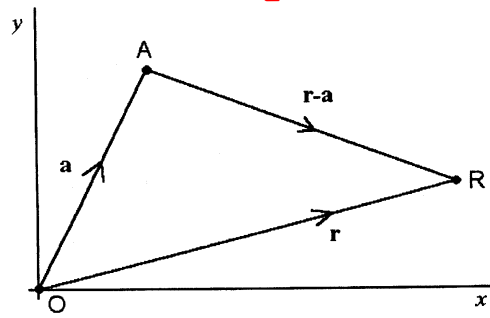
(d) 제1시간에, 년 - 서빙 BTS로부터 제1핸드세트에 의해 수신된 신호의 서로 또는 기준원에 대한 시간, 위상, 주파수, 또는 그 파생물의 상관 오프셋을 측정하기 위한 수단과,

(e) 선택된 제2시간에, 년 - 서빙 BTS로부터 제1핸드세트 또는 제2핸드세트에 의해 수신된 신호의 서로 또는 기준원에 대한 각각의 시간, 위상, 주파수, 또는 그 파생물의 상관 오프셋을 측정하기 위한 수단 및,

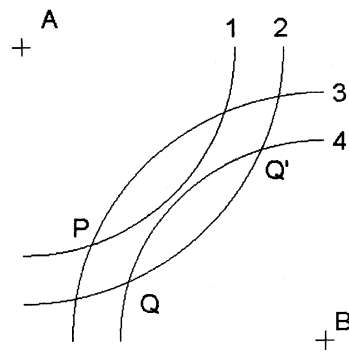
(f) 어느 한쪽 핸드세트의 위치, 또는 제1시간과 제2시간간 제1핸드세트의 위치의 변화, 또는 데이터의 제1세트와 제2세트간 관계로부터 제1시간 또는 제2시간에 어느 한쪽 핸드세트의 동작상태를 계산하기 위한 수단을 더 구비하여 구성된 것을 특징으로 하는 시스템.

도면

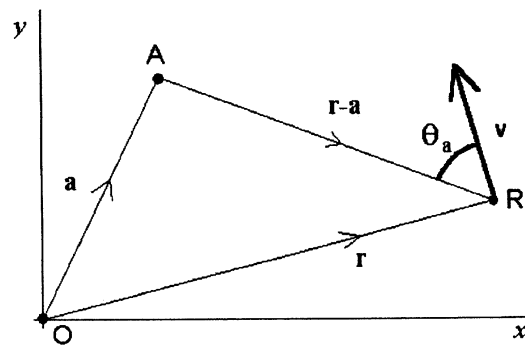
도면 1



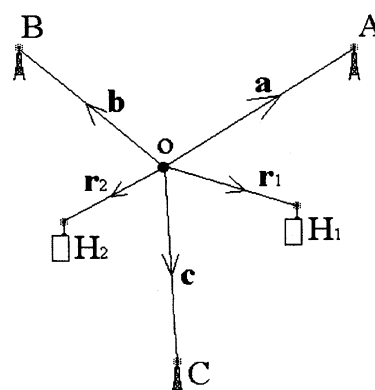
도면 2



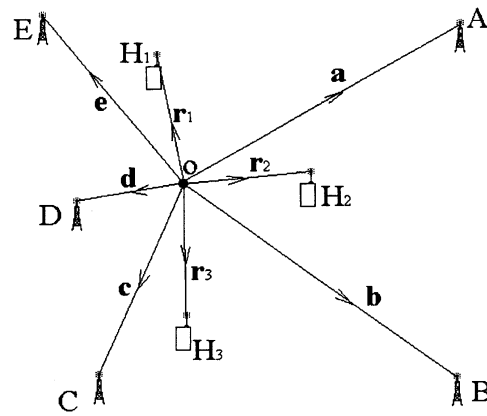
도면 3



도면 4



도면 5



도면 6

