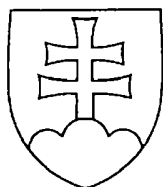


SLOVENSKÁ REPUBLIKA

(19) SK



ÚRAD
PRIEMYSELNÉHO
VLASTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

ZVEREJNENÁ PATENTOVÁ PRIHLÁŠKA

- (22) Dátum podania prihlášky: 1. 6. 2000
(31) Číslo prioritnej prihlášky: 9912724.3
(32) Dátum podania prioritnej prihlášky: 1. 6. 1999
(33) Krajina alebo regionálna organizácia priority: GB
(40) Dátum zverejnenia prihlášky: 10. 9. 2002
Vestník ÚPV SR č.: 09/2002
(62) Číslo pôvodnej prihlášky v prípade vylúčenej prihlášky:
(86) Číslo podania medzinárodnej prihlášky podľa PCT: PCT/GB00/02105
(87) Číslo zverejnenia medzinárodnej prihlášky podľa PCT: WO00/73814

(11), (21) Číslo dokumentu:

1535-2001

(13) Druh dokumentu: A3

(51) Int. Cl.⁷:

G01S 5/10,
G01S 5/00,
H04Q 7/38

(71) Prihlasovateľ: CAMBRIDGE POSITIONING SYSTEMS LTD., Cambridge, GB;

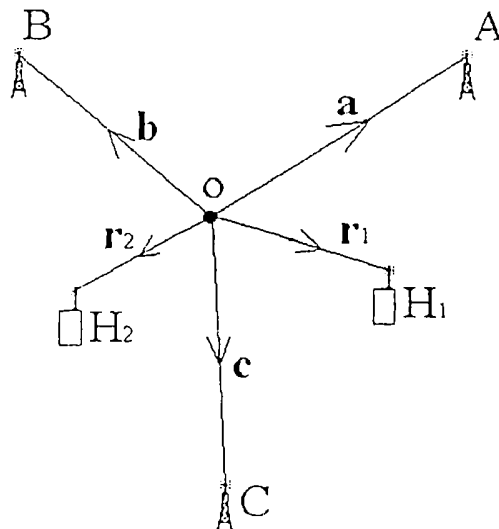
(72) Pôvodca: Brice James Paul, Cambridge, GB;
Duffett-Smith Peter James, Cottenham, Cambridge, GB;
Hansen Paul, Somersham, Cambridgeshire, GB;

(74) Zástupca: PATENTSERVIS BRATISLAVA, a. s., Bratislava, SK;

(54) Názov Zlepšenie rádiových systémov určovania polohy

(57) Anotácia:

Spôsob určovania polohy alebo zmeny polohy, alebo stavu pohybu prijímača alebo prijímačov, ktorých polohy alebo zmena polohy, alebo stav pohybu nie sú ešte známe, v sieti prenosových zdrojov, ktorých niektoré alebo všetky polohy sú známe. V prvom čase sú merané vzájomné odchýlky v čase, fáze, kmitočte alebo ich derivácii vzhľadom na seba navzájom alebo vzhľadom na referenčný zdroj signálov prijatých prvým prijímačom z viacerých prenosových zdrojov. Vo vybranom druhom čase sú merané vzájomné odchýlky signálov prijatých rovnakým alebo druhým prijímačom, ktorého polohy alebo stav pohybu nie sú ešte známe z viacerých prenosových zdrojov. Potom je počítaná poloha prijímača alebo prijímačov v prvých alebo druhých časoch, alebo zmeny polohy prvého prijímača medzi prvým a druhým časom, alebo stav pohybu ktoréhokoľvek z oboch prijímačov zo vzťahu medzi prvým a druhým súborom vzájomných odchýlok.



Zlepšenie rádiových systémov určovania polohy

Oblasť techniky

Vynález sa týka obecné zlepšenia rádiových systémov určovania polohy a spôsobov ich činnosti a hlavne použitia nesynchronizovaných prenosových sietí bez nutnosti prídavných monitorovacích prijímačov.

Doterajší stav techniky

Dokument EP-A-0 303 371 popisuje rádiový navigačný a vyhľadávací systém, ktorý využíva nezávislé rádiové vysielacie postavené na iné účely. Signály z každého vysielacza, uvažované individuálne, sú prijímané dvomi prijímacími stanicami, jednou v pevnej a známej polohe a druhou namontovanou na pohyblivom objekte, ktorého poloha má byť určená. Reprezentácia signálov prijatých jednou prijímacou stanicou je poslaná po spoji do procesoru v druhej prijímacej stanici, kde sú obidva signály porovnané a je zistený ich fázový rozdiel alebo časové oneskorenie. Tri takéto merania uskutočnené pre tri vzdialené umiestnené nezávislé vysielacie sú postačujúce na určenie polohy pohyblivého objektu v dvoch rozmeroch, t.j. polohu na zemi. Určuje sa taktiež fázový alebo časový posun medzi hlavnými oscilátormi obidvoch prijímačov.

Systém popísaný v dokumente EP-A-0 303 371 je známy ako CURSOR a je to rádiový pozičný systém, ktorý môže využívať signály vyžarované existujúcimi nesynchronizovanými rádiovými vysielacími na určenie polohy prenosného prijímača. Na rozdiel od niektorých iných systémov, ktoré využívajú dočasné koherentné vlastnosti siete účelovo vystavaných

synchronizovaných vysielateľov, CURSOR využíva priestorovú koherenciu signálov vysielaných jednotlivými vysielateľmi. Ďalší vývoj tohto systému, ktorý je popísaný v dokumente EP-A-0 880 712 a WO-A-99/21028, aplikoval túto technológiu na nájdenie polohy mobilného telefónu v systéme GSM alebo inom digitálnom telefónnom systéme a toto sú príklady spôsobu rozšíreného pozorovania časového rozdielu (E-OTD), ktorý používa zavádzacie spojové signály, vysielané sieťou základňových staníc BTS telefónneho systému.

V digitálnej mobilnej telefónnej aplikácii, popísanej v dokumente EP-A-0 880 712, sú signály z každej základňovej stanice v dosahu mobilného telefónu prijímané ako mobilným telefónom samotným, tak i pevným prijímačom v blízkosti, lokačnou meracou jednotkou LMU, ktorej poloha je presne známa. Reprezentácia prijatých signálov je zaslaná do mobilného lokačného centra MLC, kde sú porovnané na zistenie časového rozdielu medzi nimi. Obr.1 ukazuje geometriu štandardného dvojrozmerného systému. Začiatok kartézskych súradníc x a y je položený do lokačnej meracej jednotky LMU, umiestnenej ako O . Orientácia osí je nepodstatná, ale môže byť vhodne určená tak, že os y leží pozdĺž severno-južnej mriežky miestnej mapy. Mobilný telefón je označený ako R a je vo vektorovej polohe $\mathbf{r}$ s ohľadom na miesto jednotky LMU v bode O . Základňová stanica BTS je označená ako A a je zobrazená vo vektorovej polohe $\mathbf{a}$.

Teraz uvažujeme najprv so signálmi zo stanice BTS v A . Časový rozdiel Δt_a , ktorý je meraný medzi signálmi prijatými v miestach R a O , je daný rovnicou

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

kde v udáva rýchlosť rádiových vln, ε udáva časové oneskorenie medzi hodinami prijímačov v miestach R a O a zvislé čiary na každej strane vektorových hodnôt určujú, že je to veľkosť vektorov, ktorá je použitá v rovnici. Hodnota ε predstavuje

synchronizačnú chybu medzi meraniami uskutočnenými v dvoch prijímačoch. Podobne môže byť zapísaná i rovnica pre dve ďalšie základňové stanice v miestach B a C a s vektorovými polohami **b** a **c**, ktoré nie sú zobrazené:

$$\begin{aligned}\Delta t_b &= (|\mathbf{r}-\mathbf{b}| - |\mathbf{b}|) / v + \varepsilon \\ \Delta t_c &= (|\mathbf{r}-\mathbf{c}| - |\mathbf{c}|) / v + \varepsilon\end{aligned}\tag{1}$$

Hodnoty Δt_a , Δt_b , Δt_c sú merané spôsobom popísaným v dokumente EP-A-0 880 712 a hodnoty **a**, **b**, **c** a **v** sú známe. Riešením rovníc (1) teda môžeme nájsť polohu mobilného telefónu **r**, spolu s hodnotou ε .

V dokumente WO-A-99/21028, ktorého obsah je tu pripojený odkazom, je opísané, ako môžu byť niektoré časové odchýlky merané s použitím nasledujúcich miestne vytvorených šablón v telefónnom systéme GSM. Predpokladajme, že mobilný prístroj zaznamenal krátky zhuk signálov GSM zo základňovej stanice A. V tomto zázname boli obsiahnuté rámcovacia štruktúra, synchronizačný zhuk a ďalšie dané dáta alebo vopred určené hodnoty, ktoré sú konštantnými znakmi takýchto prenosov. Procesor v mobilnom telefóne môže vytvoriť odpovedajúcu tabuľku, založenú na známej štruktúre sieťových signálov. Prijaté signály môžu byť potom porovnané lokálne generovanou tabuľkou. Ak tabuľka našla zhodu, odpovedajúca korelačná špička v mieste najlepšej zhody odpovedá časovej odchýlke medzi prijatými signálmi a lokálnymi hodinami vnútri mobilného telefónu. Pre signály vyžarované základňovou stanicou v mieste A je tento časový posun Δt_a daný rovnicou:

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

kde α_a je časový posun vysielania základňovej stanice a ε_1 je časový posun vnútorných hodín mobilného telefónu, obidve

hodnoty sú vzťahované k imaginárnym univerzálnym „absolútnym“ hodinám. Signály zo základňových staníc v miestach B a C môžu byť merané rovnakým spôsobom, kde

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

a

$$\Delta t_{c1} = (|\mathbf{r}-\mathbf{c}|) / v + \alpha_c + \varepsilon_1. \quad (2)$$

Tieto rovnaké merania môžu byť taktiež uskutočnené lokačnou meracou jednotkou LMU, kde

$$\Delta t_{a2} = (|\mathbf{a}|) / v + \alpha_a + \varepsilon_2,$$

$$\Delta t_{b2} = (|\mathbf{b}|) / v + \alpha_b + \varepsilon_2,$$

a

$$\Delta t_{c2} = (|\mathbf{c}|) / v + \alpha_c + \varepsilon_2, \quad (3)$$

kde ε_2 je časová odchýlka vnútorných hodín lokačnej meracej jednotky vzhľadom na rovnaké imaginárne univerzálne absolútne hodiny.

Odčítaním rovníc (3) od rovníc (2) dostaneme

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

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

a

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

kde $\varepsilon = \varepsilon_1 - \varepsilon_2$. Je jasné, že rovnice (4) sú zhodné s rovnicami (1) a môžu byť vyriešené rovnakým spôsobom na nájdenie polohy mobilného telefónu $\mathbf{r}$ a hodnoty ε .

Vyššie popísané spôsoby merajú časové odchýlky. Niekedy je však užitočné merať kmitočtové odchýlky alebo derivácie kmitočtových odchýliek, ako to bude popísané neskôr.

Podstata vynálezu

Je zrejmé, že metóda CURSOR spoločne so všetkými ostatnými metódami, ktoré používajú signály z nesynchronizovaných vysieláčov vyžaduje, aby v oblasti pokrytia telefónneho systému bola vystavaná sieť lokačných meracích jednotiek. Tieto jednotky pôsobia ako referenčné body, na ktorých sú merané nesynchronizované signály vysielané základňovými stanicami na porovnanie s rovnakými signálmi prijatými mobilným zariadením. V ďalších patentových prihláškach (náš odkaz MJB06733W0) podaných súčasne ukazujeme, ako celá sieť základňových staníc môže byť pokrytá použitím práve jednej „virtuálnej lokačnej meracej jednotky“, ktorá pôsobí ako servisný uzol pre všetky údaje lokačnej meracej jednotky. Prítomný vynález ukazuje, ako môže byť aplikovaná metóda CURSOR (alebo iný spôsob zlepšeného sledovania časového rozdielu) bez toho, aby potrebovala sieť reálnych lokačných meracích jednotiek.

Podľa prvého aspektu vynálezu je ponúkaný spôsob určenia polohy alebo zmeny polohy alebo pohybového stavu prijímača alebo prijímačov, ktorých poloha alebo zmena polohy alebo stav pohybu nie sú ešte známe sieti prenosných zdrojov, ktorých niektoré alebo všetky polohy sú známe, pričom spôsob obsahuje:

- a) v prvom čase, meranie vzájomných odchýlok v čase, fáze, kmitočte alebo ich derivácii vzhľadom k sebe navzájom alebo vzhľadom k referenčnému zdroju signálov prijatých prvým prijímačom, ktorého poloha alebo stav pohybu nie sú ešte známe, z viacerých prenosových zdrojov;
- b) vo vybranom druhom čase meranie vzájomných odchýlok signálov prijatých rovnakým alebo druhým prijímačom, ktorého poloha alebo stav pohybu nie sú ešte známe z viacerých prenosových zdrojov a

c/výpočet polohy prijímača alebo prijímačov v prvých alebo druhých okamžikoch alebo zmeny polohy prvého prijímača medzi prvým a druhým časom alebo stav pohybu ktoréhokoľvek prijímača zo vzťahu medzi prvým a druhým súborom vzájomných odchýlok.

„Stavom pohybu“ sa rozumie funkcia pohybu prijímača, vrátane jeho rýchlosti, zrýchlenia, rýchlosti zmeny zrýchlenia, atď.

Pomerné odchýlky v čase, fáze, kmitočte signálov, prijatých prvým alebo druhým prijímačom z viacerých prenosových zdrojov, alebo ich derivácia vo vzájomnom vzťahu alebo vzhľadom na referenčný zdroj môžu byť predstavované odpovedajúcimi odchýlkami alebo rozdielmi vo vzdialenostiach medzi prenosovými zdrojmi a prvým alebo druhým prijímačom.

Je potrebné porozumieť, že ak je druhý čas meraný na druhom prijímači, mohol by prvý a druhý čas byť rovnaký.

V ďalších vybraných časoch môžu byť merané odpovedajúce vzájomné odchýlky v čase, fáze, kmitočte signálov, alebo ich derivácie vo vzájomnom vzťahu alebo vzhľadom na referenčný zdroj signálov prijatých prvým prijímačom alebo druhým prijímačom alebo iným prijímačom alebo prijímačmi, ktorých polohy, zmeny polôh alebo stavy pohybu sú alebo nie sú známe z množstva prenosových zdrojov; a poloha, alebo stav pohybu ktoréhokoľvek alebo všetkých prijímačov môže byť určená použitím merania a známych polôh prenosových zdrojov.

Vo vyššie uvedenom aspekte treba rozumieť, že ktorýkoľvek z vybraných časov môže byť rovnaký ako ktorýkoľvek iný z vybraných časov.

Vynález tiež zahŕňa zariadenie na vykonávanie tohto spôsobu, ktorý môže obsahovať prijímače riadené vhodne programovanými počítačmi alebo mikroprocesormi.

Prehľad obrázkov na výkresoch

Príklady spôsobu alebo zariadenia podľa vynálezu budú teraz popísané s pomocou pripojených výkresov, na ktorých:

obr.1 znázorňuje geometriu štandardnej dvojrozmernej sústavy;

obr.2 je diagram predstavujúci plochu zemského povrchu (za predpokladu, že je plochý) v blízkosti páru základňových staníc;

obr.3 znázorňuje ďalšiu geometriu štandardnej dvojrozmernej sústavy;

obr.4 znázorňuje digitálnu mobilnú telefónnu sieť s dvomi mobilnými prístrojmi a tromi základňovými stanicami spojené so systémom podľa vynálezu;

obr.5 znázorňuje digitálnu mobilnú telefónnu sieť s tromi mobilnými prístrojmi a piatimi základňovými stanicami spojenú so systémom podľa vynálezu a

obr.6 znázorňuje hypotetickú sieť GSM so základňovými stanicami a mobilnými prístrojmi.

Príklady uskutočnenia vynálezu

Kvôli ilustrácii jedného príkladu, v ktorom vysielateľ a prijímateľ sú časti digitálnej mobilnej telefónnej siete, predpokladajme, že mobilný prístroj je vo vektorovej polohe $\mathbf{r}(t_1)$ v čase t_1 . Rovnice (2) sú potom

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

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

a

$$\Delta t_{c1}(t_1) = (|\mathbf{r}(t_1) - \mathbf{c}|) / v + \alpha_c(t_1) + \varepsilon_1(t_1) \quad (5)$$

kde $\alpha_a(t_1)$ je časová odchýlka prenosov základňovej stanice z A, $\alpha_b(t_1)$ je časová odchýlka z B, $\alpha_c(t_1)$ je časová odchýlka z C a

$\varepsilon_1(t_1)$ je časová odchýlka vnútorných hodín mobilného prístroja, všetko merané v čase t_1 vzhľadom k imaginárnym univerzálnym absolútnym hodinám. Teraz, ak je mobilný prístroj v odlišnej vektorovej polohe $\mathbf{r}(t_2)$ v neskoršom čase t_2 , rovnice (2) sú potom

$$\begin{aligned}\Delta t_{a1}(t_2) &= (|\mathbf{r}(t_2) - \mathbf{a}|) / v + \alpha_a(t_2) + \varepsilon_1(t_2), \\ \Delta t_{b1}(t_2) &= (|\mathbf{r}(t_2) - \mathbf{b}|) / v + \alpha_b(t_2) + \varepsilon_1(t_2), \\ \Delta t_{c1}(t_2) &= (|\mathbf{r}(t_2) - \mathbf{c}|) / v + \alpha_c(t_2) + \varepsilon_1(t_2)\end{aligned}\quad (6)$$

Odčítaním rovníc (6) od rovníc (5) dostaneme

$$\begin{aligned}\Delta t_{a1}(t_1) - \Delta t_{a1}(t_2) &= (|\mathbf{r}(t_1) - \mathbf{a}| - |\mathbf{r}(t_2) - \mathbf{a}|) / v + (\alpha_a(t_1) - \alpha_a(t_2)) + (\varepsilon_1(t_1) - \varepsilon_1(t_2)), \\ \Delta t_{b1}(t_1) - \Delta t_{b1}(t_2) &= (|\mathbf{r}(t_1) - \mathbf{b}| - |\mathbf{r}(t_2) - \mathbf{b}|) / v + (\alpha_b(t_1) - \alpha_b(t_2)) + (\varepsilon_1(t_1) - \varepsilon_1(t_2)), \\ \Delta t_{c1}(t_1) - \Delta t_{c1}(t_2) &= (|\mathbf{r}(t_1) - \mathbf{c}| - |\mathbf{r}(t_2) - \mathbf{c}|) / v + (\alpha_c(t_1) - \alpha_c(t_2)) + (\varepsilon_1(t_1) - \varepsilon_1(t_2)).\end{aligned}\quad (7)$$

Ako bolo poznamenané vyššie, vysielania základňových staníc v GSM alebo inej digitálnej sieti nie sú obvykle synchronizované. Ale základňové stanice sú obvykle vybavené vysoko stabilnými oscilátormi a signály sú často zviazané so spoločným referenčným časovacím zdrojom. Kde to tak je, signály udržujú navzájom konštantný časový odstup, takže $\varepsilon_a(t_1) = \varepsilon_a(t_2)$, $\varepsilon_b(t_1) = \varepsilon_b(t_2)$ a $\varepsilon_c(t_1) = \varepsilon_c(t_2)$. (Dokonca i kde to tak nie je, signály základňových staníc sú často dostatočne stabilné, aby dovoľovali uskutočniť vyhodnotenie týchto rozdielov v servisnom uzle alebo inom sieťovom prvku.) Nahradenie $\Delta t_a = \Delta t_a(t_1) - \Delta t_a(t_2)$, $\Delta t_b = \Delta t_b(t_1) - \Delta t_b(t_2)$, $\Delta t_c = \Delta t_c(t_1) - \Delta t_c(t_2)$ a $\varepsilon = \varepsilon_1(t_1) - \varepsilon_1(t_2)$, dáva

$$\begin{aligned}\Delta t_a &= (|r(t_1) - a| - |r(t_2) - a|) / v + \varepsilon, \\ \Delta t_b &= (|r(t_1) - b| - |r(t_2) - b|) / v + \varepsilon, \\ \Delta t_c &= (|r(t_1) - c| - |r(t_2) - c|) / v + \varepsilon.\end{aligned}\quad (8)$$

Rovnice (8) môžu byť chápané graficky s využitím obr.2. Diagram predstavuje plochu zemského povrchu (považovaného za rovinný) v blízkosti základňových staníc A a B. V prvej z rovníc výraz $|r(t_1) - a|$ predstavuje vzdialenosť mobilného prístroja od A v čase t_1 a výraz $|r(t_2) - a|$ predstavuje jeho vzdialenosť v čase t_2 . Prvá z rovníc môže byť prepísaná ako

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

ktorá teda predstavuje geometrické miesta dvoch sústredených kružníc so stredom v A, ktorých polomery sa líšia o $v\Delta t_a - v\varepsilon$. Tie sú na obr.2 označené 1 a 2. Vyššie uvedené rovnice neurčujú polomery kružníc, ale iba rozdiel medzi nimi. Samo o sebe teda táto rovnica neurčuje polohu žiadneho z bodov $r(t_1)$ alebo $r(t_2)$. Na obr.2 je vyznačený tiež druhý pár sústredných kružníc 3 a 4 so stredom v B predstavujúcim druhú z rovníc (8). Ich polomery nie sú určené rovnicou, ale rozdiel medzi ich polomermi musí byť $v\Delta t_b - v\varepsilon$. Bod $r(t_1)$ musí ležať na jednom z priesečníkov kružníc 1 a 3 a bod $r(t_2)$ musí ležať na jednom z priesečníkov kružníc 2 a 4. Predpokladajme, že hodnota ε je nula, t.j. že vnútorné hodiny mobilného prístroja udržali naprosto presný čas medzi meraniami, preto ak poznáme polohu bodu $r(t_1)$, povedzme P na obr.2, môžeme odvodiť, že bod $r(t_2)$ musí byť v Q, pretože tieto štyri kružnice sú určené v priestore a z toho plynie, že sme zmerali polohu mobilného prístroja v neskôr uvedenom čase. V praxi nemôžeme predpokladať, že ε je nula, takže musíme použiť všetky tri rovnice (8) kvôli nájdeniu Q pri danom P. Je zrejmé, že je tu tiež druhý priesečník Q' kružníc 2 a 4, a teda nejednoznačnosť

v určení $\mathbf{r}(t_2)$. Ak táto nejednoznačnosť nemôže byť vyriešená inými prostriedkami (napríklad preto, že mobilný prístroj je používaný chodcom, ktorý by sa nemohol dostať z P do Q' v čase $t_2 - t_1$) potom môžu byť použité štyri merania zahrňujúce štyri základňové stanice.

Jednou z výhod vynálezu je, že ak jednotlivý mobilný prístroj uskutočňuje meranie signálov z minimálne troch geograficky oddelených základňových staníc v dvoch rôznych časoch, potom je možné určiť zmenu polohy staníc v dvoch rôznych časoch, potom je možné určiť zmenu polohy mobilného prístroja medzi týmito dvoma časmi (bez zreteľa na známy východzí bod), za predpokladu, že aspoň tri zo základňových staníc sú spoločné pre obidve sady meraní. Ak bola poloha mobilného prístroja v niektorom bode vopred určená, použitie tohto spôsobu môže sprístupniť aplikáciu vyžadujúcu autonómnú navigáciu mobilného prístroja, t.j. navigáciu bez ďalšej potreby systému CURSOR alebo akéhokoľvek ďalšieho systému zlepšenia sledovania časových rozdielov.

Rozšírenie vynálezu popísané neskôr ukazuje, ako si časy t_1 a t_2 môžu byť ľubovoľne priblížené tak, aby merania poskytovali vyhodnotenie rýchlosti zmeny alebo derivácie meraných hodnôt.

Vyššie uvedený rozbor ukazuje, ako môže byť získaná poloha mobilného prístroja v neskoršom čase meraniami podobnými meraním CURSOR na troch geograficky rozptýlených základňových staniciach, uskutočnenými ako v neskoršom čase, tak v skoršom čase za predpokladu, (a) že poloha mobilného prístroja je známa v skoršom čase a (b) že nie je vzájomný drift medzi signálmi vysielanými základňovými stanicami v danom intervale (alebo že taký drift je známy). Presnosť určenia polohy závisí ako na presnosti s akou je známa prvá poloha, tak aj na vzdialenosti pohybu medzi meraniami. Rovnice (8) v skutočnosti obsahujú päť neznámych veličín: súradnice x a y každého z dvoch bodov P a Q a neznámy hodinový drift ϵ mobilného

prístroja. Merania podobné metóde CURSOR na každej z piatich geograficky rozptýlených základňových staníc, ako v prvej, tak v druhej polohe, sú teda dostatočné na jednoznačné určenie ako P tak aj Q, pokiaľ sa mobilný prístroj znateľne pohol medzi obidvoma sadami meraní.

Takto vynález poskytuje spôsob zlepšeného sledovania časových rozdielov na nájdenie polohy pohybujúceho sa mobilného prístroja v nesynchronizovanej digitálnej mobilnej telefónnej sieti bez toho, aby bola potrebná vôbec nejaká lokačná meracia jednotka. To môže byť zvlášť užitočné na sledovanie mobilného prístroja v sieti, ktorá nemá lokačný systém.

Ďalšou výhodou vynálezu je schopnosť využiť známu polohu jedného mobilného prístroja na nájdenie neznámej polohy druhého mobilného prístroja. Predpokladajme, že každý mobilný prístroj uskutočňuje meranie v približne rovnakom čase pri použití troch geograficky rozptýlených základňových staníc A, B, C (viď obr.4). Rovnice (5) pre prvý mobilný prístroj H_1 potom sú

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

kde $\mathbf{r}(t_1)$ je známa poloha H_1 a merania sú uskutočňované v čase t_1 . Rovnaké rovnice pre druhý mobilný prístroj H_2 sú

$$\begin{aligned}\Delta t_{a1}(t_2) &= (|r_2(t_2) - a|) / v + \alpha_a(t_2) + \varepsilon_1(t_2), \\ \Delta t_{b1}(t_2) &= (|r_2(t_2) - b|) / v + \alpha_b(t_2) + \varepsilon_1(t_2), \\ \Delta t_{c1}(t_2) &= (|r_2(t_2) - c|) / v + \alpha_c(t_2) + \varepsilon_1(t_2)\end{aligned}\quad (10)$$

kde $\mathbf{r}(t_2)$ je neznáma poloha H_2 a merania sú uskutočňované v čase t_2 . Odčítaním rovníc (10) od rovníc (9) a zaznamenaním,

že $\alpha_a(t_1)=\alpha_a(t_2)$, $\alpha_b(t_1)=\alpha_b(t_2)$ a $\alpha_c(t_1)=\alpha_c(t_2)$ a zápisom $\Delta t_a = \Delta t_a(t_1) - \Delta t_a(t_2)$, $\Delta t_b = \Delta t_b(t_1) - \Delta t_b(t_2)$, $\Delta t_c = \Delta t_c(t_1) - \Delta t_c(t_2)$ dostaneme

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

ktoré sú formou rovnaké s rovnicami (8). Teda pri danom $\mathbf{r}_1(t_1)$, čo je poloha H_1 v čase t_1 , môžeme vypočítať $\mathbf{r}_2(t_2)$, čo je poloha H_2 v čase t_2 . (Opäť sú potrebné merania na štyroch základňových staniciach kvôli vyriešeniu jednoznačnosti v $\mathbf{r}_2(t_2)$, či to nemôže byť vyriešené inými prostriedkami). V tomto prípade môže byť t_1 rovné t_2 .

Rovnaká myšlienka môže byť rozšírená na mnoho mobilných prístrojov. V rovniciach (11) vektor $\mathbf{r}_1(t_1)$ odpovedá prvému mobilnému prístroju H_1 , ktorého poloha je známa a vektor $\mathbf{r}_2(t_2)$ odpovedá ktorémukoľvek druhému mobilnému prístroju H_2 až H_n , možno predstavujúcemu ktorýkoľvek z veľkého počtu mobilných prístrojov. Je teda možné použiť ako dočasné merítka prvý mobilný prístroj H_1 v známej polohe, ako „lokačnú meraciu jednotku“ ponúkajúcu možnosť veľmi rýchleho vytvorenia služby zlepšeného sledovania časových rozdielov v novej oblasti.

Tento spôsob môže byť použitý dokonca i v oblasti pokrytej lokačnými meracími jednotkami. Po použití normálneho spôsobu zlepšeného sledovania časových rozdielov na nájdenie polohy mobilného prístroja H_n , môže byť potom mobilný prístroj sledovaný bez ďalšieho využívania lokačnej meracej jednotky. Výpočet polohy mobilného prístroja môže byť uskutočňovaný v servisnom uzle (napr. v lokačnej ústrednej rádovej sieti; MLC), v ďalšej lokalite, alebo v mobilnom prístroji samotnom v závislosti na aplikácii.

Ďalšie zaujímavé použitie je pre systém mnohých mobilných prístrojov H_1 až H_n v oblasti, v ktorej nie je známa žiadna

z ich polôh. Za predpokladu, že akýkoľvek pár dostatočne vzdialený, môže mať rovnakých päť základňových staníc A až E (viď ako príklad obr.5), ich polohy môžu byť určené použitím päť rovníc podobných ako sú tri rovnice (8). Inak za predpokladu, že oddelené páry môžu merať aspoň tri zo štyroch spoločných základňových staníc, výpočty založené na mnohých takých meraniach pomocou páru môžu byť počas krátkej doby dostačujúce na určenie polôh všetkých z nich.

Predpokladajme napríklad sadu troch mobilných prístrojov H_1 , H_2 a H_3 (viď obr.5). Vzájomné polohy H_1 a H_2 , H_2 a H_3 , H_3 a H_1 môžu byť vypočítané použitím merania troch zo štyroch základňových staníc, pretože obmedzenia zavedené rovnicami na polohy vrcholov trojuholníka $H_1H_2H_3$ môžu spôsobiť, že riešenie je jednoznačné. V každom prípade existujú dobre známe štatistické metódy, napr. založené na Bayesovom teoréme alebo na metóde maximálnej pravdepodobnosti, ktoré môžu byť použité na riešenie rovníc.

Vo vyššie uvedených rozboroch sme uskutočnili predpoklad, že stabilita siete základňových staníc je dostatočne dobrá, aby bolo možné predpovedať vzájomné odchýlky medzi meraniami. Vynález je možné použiť na sieť, v ktorej signály jednotlivých základňových staníc prebiehajú navzájom voľne, t.j. sieť, v ktorej nie je medzi vysielaniami žiadna synchronizácia akéhokoľvek druhu. V tomto prípade sú požadované aspoň dva mobilné prístroje, ktoré môžu prijímať signály z rovnakých päť geometricky rozptýlených základňových staníc v podstate rovnakom čase. Rovnice (11) potom prejdú na

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

kde $\mathbf{a}$, $\mathbf{b}$, $\mathbf{c}$, $\mathbf{d}$ a $\mathbf{e}$ sú vektorové polohy piatich základňových staníc, $\mathbf{r}_1(\mathbf{t}_1)$ je vektorová poloha prvého mobilného prístroja H_1 a $\mathbf{r}_2(\mathbf{t}_2)$ je poloha druhého mobilného prístroja H_n , pričom obidve sady meraní sú uskutočnené v rovnakom čase $\mathbf{t}_1$. Tento okamžik môže byť signalizovaný napríklad zvláštnym prvkom vysielania, ako je zvlášťne číslo rámca alebo zvláštny signál. V rovniciach sa časové odchýlky vysielaní signálov zo základňových staníc (veličiny α_a , α_b , α_c atď.) vyrušia a neobjavia sa za predpokladu, že sú merania uskutočnené dvomi mobilnými prístrojmi dostatočne časovo blízko sebe a že odchýlky sú dostatočne malé, aby mohli byť zanedbané. Päť meraní v rovniciach (12) je postačujúcich na lokalizáciu dvoch mobilných telefónov. Všimnite si, že v tomto prípade nie je požadovaná žiadna lokačná meracia jednotka alebo jej ekvivalent.

V ďalšej spoločne vybavovanej prihláške PCT (naša značka MJB06733WO), ktorej obsah je tu zahrnutý odkazom, je popísané, ako môžu byť merania zo siete lokačných meracích jednotiek zhromažďované do jedného zoznamu, „virtuálnej“, lokačnej meracej jednotky (VLMU), ako by všetky základňové stanice mohli byť namerané jednou virtuálnou lokačnou meracou jednotkou. Rozšírením tohto vynálezu je zavedenie jednej alebo viacerých virtuálnych lokačných meracích jednotiek do GSM alebo inej prenosnej siete, ktorá nemá vôbec žiadnu reálnu lokačnú meraciu jednotku. Časovacie meranie mobilnými prístrojmi, ako sú merania popísané vyššie, hlavne vo vzťahu k rovniciam (5) až (12), môžu byť spracované do tabuľky odchýlok prijímacích signálov zo základňových staníc, ktoré môžu byť vedené vo virtuálnych lokačných meracích jednotkách a použité v následných štandardných polohových výpočtoch systému CURSOR alebo iného systému zlepšeného sledovania časových rozdielov. Možno si tiež predstaviť systém, v ktorom rozptýlené pokrytie reálnych lokačných meracích jednotiek je rozšírené o jednu alebo viacero lokačných meracích jednotiek

meraní mobilných prístrojov na dosiahnutie rovnakej úrovne služby ako z úplnej siete reálnych lokačných meracích jednotiek.

Činnosť príkladového systému zahrňujúceho vynález bude teraz popísaná s pomocou simulovaných meraní.

Na ob.6 je hypotetická sieť piatich základňových staníc B znázornená vyplnenými krúžkami. Prázdny štvorčekmi sú tiež vyznačené polohy dvoch mobilných prístrojov H vo vzájomnej vzdialenosti okolo 2,2 km. Na generovanie zoznamu meraní časových odchýliek, ktoré môžu byť uskutočňované každým z obidvoch mobilných prístrojov H, vrátane pridania statického šumového prvku ekvivalentného 50 metrom efektívnej hodnoty, kvôli vernejšej simulácii reálnych podmienok bol použitý počítačový program (ktorý prakticky môže bežať v mikroprocesore v jednom alebo obidvoch mobilných prístrojoch). Každé základňovej stanici bola určená ľubovoľná a odlišná časová odchýlka α signálov vzhľadom k absolútnym univerzálnym hodinám, vybraná náhodne. Každému mobilnému prístroju bola určená náhodná hodnota synchronizačnej chyby ϵ jeho vnútorných hodín. Vzdialenosť od každého mobilného prístroja ku každej základňovej stanici bola potom použitá na zostavenie zoznamu časových odchýlok signálov prijatých každým mobilným prístrojom vzhľadom k jeho vnútorným hodinám. Obidva zoznamy časových odchýlok boli potom spracované počítačom naprogramovaným na riešenie vyššie uvedených piatich rovníc (12). Výsledky sú na obrázku označené krížikmi X. Chyby v smere k východu a k severu boli pre mobilný telefón bližšie dolného ľavého rohu -95 a -59 metrov a pre mobilný prístroj bližšie hornému pravému rohu boli chyby -100 a +30 metrov. Elipsy F obklopujúce označené polohy predstavujú oblasti spoľahlivosti, v ktorých leží skutočná poloha s pravdepodobnosťou 67 percent. Hlavné poloosi oblastí mali dĺžku 160 a 240 metrov.

Zaujímavé je zistenie, že všeobecne existuje významná korelácia medzi chybami polôh generovaných týmto spôsobom s tým výsledkom, že vzdialenosť od jedného mobilného prístroja k druhému, je známa presnejšie. Vo vyššie uvedenom príklade bola skutočná vzdialenosť 2,2 km zmeraná s chybou, ktorá bola menšia ako 90 m.

Teraz bude popísaný druhý príklad systému podľa vynálezu, v ktorom sú použité rôzne rýchlosti zmien alebo derivácii meraných veličín.

V prvej z rovníc 7 bol uvažovaný prípad samotného mobilného prístroja uskutočňujúceho meranie signálov zo základňovej stanice A, $\Delta t_{a1}(t_1)$ v polohe $r_1(t_1)$ v čase t_1 s pozorovanou časovou odchýlkou $\Delta t_{a1}(t_2)$ v polohe $r_2(t_2)$ v čase t_2 . Táto rovnica je reprodukováaná tu

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

Kvôli nasledujúcemu popisu je užitočné prijať nasledujúce zmeny v našom označení:

t_1	prejde na	t
t_2	prejde na	$t + \Delta t$
$\Delta t_{a1}(t)$	prejde na	$T_a(t)$
$T(t + \Delta t) - T(t)$	prejde na	$\Delta T_a(t)$
ε_1	prejde na	ε .

Rovnica potom prejde na

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

Opäť sa predpokladá, že stabilita vysielania základňovej stanice siete je taká, že hodnoty α sa výrazne nemenia v doba

počas merania Δt , (ktorá môže byť ľubovoľne skrátená). Tak je $\alpha_a(t+\Delta t)=\alpha_a(t)$ a rovnica (13) môže byť zjednodušená. Úplná sústava pre päť základňových staníc prejde na:

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

Tieto rovnice môžu byť riešené presne rovnakým spôsobom ako rovnice 12, aby dali ako $r(t + \Delta t)$, tak $r(t)$ bez odkazu na sieť lokačných meracích jednotiek. Ak sa hodnota Δt blíži nule, potom rýchlosť zmeny alebo derivácie veličín sú nasledujúce:

$$\frac{dT_a}{dt} = |v| \cos \theta_a / v + \frac{d\varepsilon}{dt}$$

$$\frac{dT_b}{dt} = |v| \cos \theta_b / v + \frac{d\varepsilon}{dt}$$

$$\frac{dT_c}{dt} = |v| \cos \theta_c / v + \frac{d\varepsilon}{dt}$$

$$\frac{dT_d}{dt} = |v| \cos \theta_d / v + \frac{d\varepsilon}{dt}$$

$$\frac{dT_e}{dt} = \frac{d\varepsilon}{dt} \cos\theta_e / v + \dots \quad (15)$$

kde $\mathbf{v}$ je rýchlosť mobilného prístroja ($\mathbf{v} = d\mathbf{v}/dt$), θ je uhol medzi vektorom rýchlosti a vektorom od základňovej stanice k mobilnému prístroju (viď obr.3) a $d\varepsilon/dt$ je rýchlosť zmeny vnútorných hodín mobilného prístroja, t.j. kmitočtová odchýlka kryštalového oscilátora mobilného prístroja od jeho nominálnej hodnoty. Tieto rovnice sú matematicky rovnaké ako rovnice (14) a môžu byť riešené, aby dali ako polohu $\mathbf{r}$ mobilného prístroja tak rýchlosť $\mathbf{v}$ bez odkazu na sieť lokačných meracích jednotiek.

Ak sa zároveň predpokladá, že mobilný prístroj sa pohybuje konštantnou rýchlosťou, potom ďalšie derivácie môžu byť vyhodnotené nasledovne:

$$\frac{d^2 T_a}{dt^2} = \frac{|\mathbf{v}|^2}{|\mathbf{r}-\mathbf{a}|} \sin^2 \theta_a ,$$

$$\frac{d^3 T_a}{dt^3} = -3 \frac{|\mathbf{v}|^3}{|\mathbf{r}-\mathbf{a}|^2} \cos\theta_a \sin^2 \theta_a ,$$

merané pre obidve základňové stanice B a C, potom ako pred tým môžu byť rovnice riešené bez odkazu na sieť lokačných meracích jednotiek, aby dali polohu a rýchlosť mobilného prístroja.

V predchádzajúcom príklade systému podľa vynálezu boli použité merania časových odchýlok, napríklad na prepočet rýchlosti zmeny časovej odchýlky. To je ekvivalentné pre prepočet rýchlosti zmeny časovej odchýlky. To je ekvivalentné

meranie kmitočtovej odchýlky signálov zo základňovej stanice a to môže byť dosiahnuté priamo meraním a analýzou signálov základného pásma z prijímača. Napríklad, digitalizované údajové vzorky I a Q odpovedajúce tak spomínaným synchronizačným zhlukom v GSM (ktorých forma je známa vopred) môžu byť transformované do kmitočtovej oblasti s použitím dobre známeho spôsobu ako je rýchla Fourierova transformácia a kmitočty identifikovaných znakov porovnaný s očakávanými hodnotami na získanie kmitočtovej odchýlky signálov.

Tento spôsob bol simulovaný na počítačovom programe na testovanie účinku pomeru signálu k šumu (S/N) na presnosť, s ktorou rýchlosť mobilného prístroja môže byť meraná týmto spôsobom. Presnosť závisí tiež na počte vzoriek N v šablóne použitej na porovnanie s kmitočtovým spektrom. Výsledky sú nasledujúce:

Pomer S/N	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

Táto tabuľka udáva chybu v kilometroch za hodinu spojenú s odpovedajúcimi hodnotami pomeru S/N a dĺžky šablóny.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Spôsob určovania polohy alebo zmeny polohy alebo stavu pohybu prijímača alebo prijímačov, ktorých poloha alebo zmena polohy alebo stavu pohybu nie sú ešte známe, v sieti prenosových zdrojov, ktorých niektoré alebo všetky polohy sú známe, pričom spôsob obsahuje
 - a) v prvom čase meranie vzájomných odchýlok v čase, fáze, kmitočte alebo ich derivácií vzhľadom k sebe navzájom alebo vzhľadom k referenčnému zdroju signálov prijatých prvým prijímačom, ktorého poloha alebo stav pohybu nie sú ešte známe z viacerých prenosových zdrojov;
 - b) vo vybranom druhom čase meranie vzájomných odchýlok signálov prijatých rovnakým alebo druhým prijímačom, ktorého poloha alebo stav pohybu nie sú ešte známe z viacerých prenosových zdrojov a
 - c) výpočet polohy prijímača alebo prijímačov v prvých alebo druhých okamžikoch alebo zmeny polohy prvého prijímača medzi prvým a druhým časom alebo stav pohybu ktoréhokoľvek prijímača zo vzťahu medzi prvým a druhým súborom vzájomných odchýlok.
2. Spôsob podľa nároku 1, **vyznačujúci sa tým**, že druhý čas sa meria na druhom prijímači a prvý a druhý čas sú rovnaké.
3. Spôsob podľa nároku 1 alebo 2, **vyznačujúci sa tým**, že vo vybraných ďalších časoch sú merané príslušné odchýlky v čase, fáze, kmitočte alebo ich derivácii, vzhľadom k sebe navzájom alebo vzhľadom k referenčnému zdroju, signálov prijatých prvým prijímačom alebo

druhým prijímačom alebo ďalším prijímačom alebo prijímačmi, ktorých poloha, zmena polohy alebo stav pohybu nie je alebo nie sú ešte známe z prenosových zdrojov a poloha, zmena polohy, stav pohybu ktoréhokoľvek prijímača alebo všetkých uvedených prijímačom sú určené s použitím uvedených meraní a známych polôh prenosových zdrojov.

4. Spôsob podľa nároku 3, **vyznačujúci sa tým**, že ktorýkoľvek z vybraných časov je rovnaký ako ktorýkoľvek iný z vybraných časov.
5. Spôsob podľa ktoréhokoľvek z nárokov 1 až 4, **vyznačujúci sa tým**, že uvedené prijímače sú mobilné prístroje systému GSM a že jeden alebo každý mobilný prístroj má svoje časovanie tak pokročilé, že je v synchronizácii s obslužnou základňovou stanicou.
6. Spôsob podľa nároku 3, **vyznačujúci sa tým**, že ďalej zahŕňa
 - d) meranie v prvom čase pomerných časových, fázových, kmitočtových odchýlok signálov, prijatých prvým mobilným prístrojom z neobslužnej základňovej stanice, alebo ich derivácií a to v ich vzájomnom vzťahu alebo vzhľadom k referenčnému zdroju;
 - e) meranie vo vybranom druhom neskoršom čase, vzájomných odchýlok v čase, fázy alebo ich derivácii signálov prijatých rovnakým alebo druhým prijímačom z neobslužnej základňovej stanice, a to v ich vzájomnom vzťahu alebo vzhľadom k referenčnému zdroju;
 - f) výpočet polohy ktoréhokoľvek z obidvoch mobilných prístrojov alebo zmeny polohy prvého mobilného prístroja medzi prvým a druhým časom alebo stav

7. Systém na určovanie polohy alebo zmeny polohy alebo stavu pohybu prijímača alebo prijímačov, ktorých poloha alebo zmena polohy alebo stavu pohybu nie je ešte známa, v sieti prenosových zdrojov, ktorých niektoré alebo všetky polohy sú známe, pričom systém obsahuje

- a) prostriedky na meranie v prvom čase, vzájomných odchýlok v čase, fázy kmitočtu alebo ich derivácii, vzhľadom k sebe navzájom alebo vzhľadom k referenčnému zdroju prijatých prvým prijímačom v viacerých prenosových zdrojov;
- b) prostriedky na meranie vo vybranom druhom čase vzájomných odchýlok signálov prijatých rovnakým alebo druhým prijímačom, ktorého poloha alebo stav pohybu nie sú ešte známe z viacerých prenosových zdrojov;
- c) prostriedky na výpočet polohy prijímača alebo prijímačov v prvom alebo druhom čase, zmeny polohy prvého prijímača medzi prvým a druhým časom alebo stavu pohybu ktoréhokoľvek z obidvoch prijímačov zo vzťahu medzi prvou a druhou sadou vzájomných odchýlok.

8. Systém podľa nároku 8, **vyznačujúci sa tým**, že ďalej obsahuje

prostriedky na meranie vo vybraných ďalších časoch, príslušné vzájomné odchýlky v čase, fázy, kmitočte alebo ich deriváciách vzhľadom k sebe navzájom alebo vzhľadom k referenčnému zdroju signálov prijímaných prvým prijímačom alebo druhým prijímačom, ktorých poloha, zmena polohy alebo stav pohybu nie sú ešte známe z viacerých prenosových zdrojov;

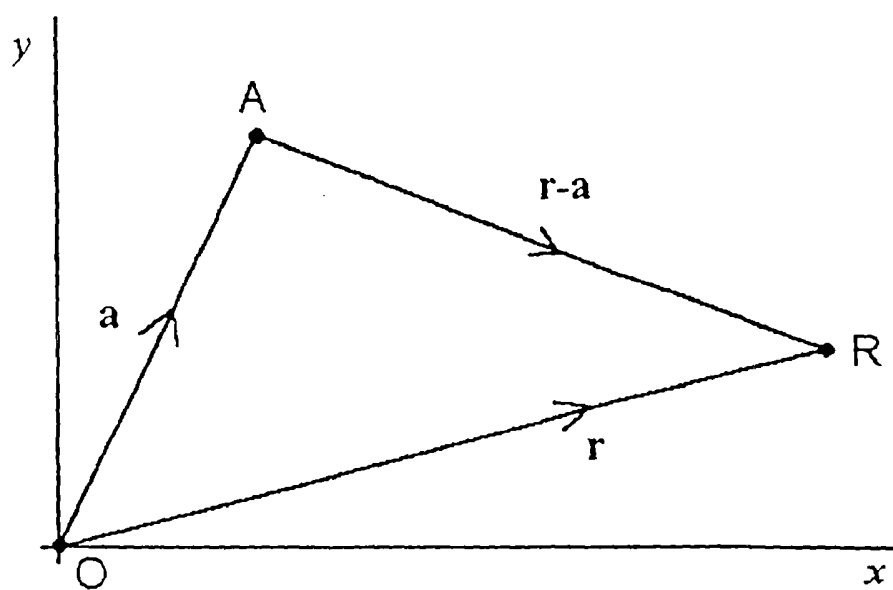
prostriedky na výpočet polohy, zmeny polohy alebo stavu pohybu ktoréhokoľvek alebo všetkých prijímačov pri

použití uvedených meraní a známých polôh prenosových zdrojov.

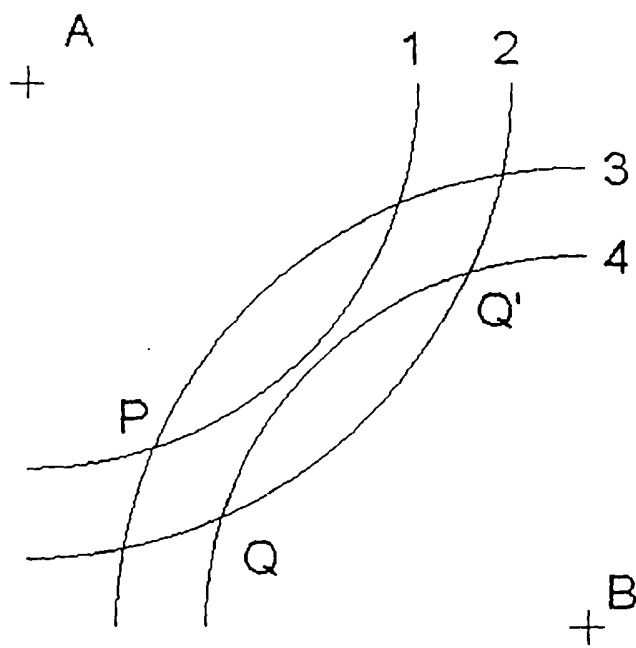
9. Systém podľa nároku 7 alebo 8, **vyznačujúci sa tým**, že uvedené meracie prostriedky a uvedené výpočtové prostriedky zahrňujú mikroprocesor v jednom alebo viacerých z uvedených prijímačov.
10. Systém podľa ktoréhokoľvek z nárokov 7 až 9, **vyznačujúci sa tým**, že obsahuje zložku alebo zložky systému GSM.
11. Systém podľa nároku 10, **vyznačujúci sa tým**, že zahŕňa jeden alebo viacero mobilných prístrojov, z ktorých jeden alebo každý má svoje časovanie tak pokročilé, že je v synchronizácii s obslužnou základňovou stanicou.
12. Systém podľa nároku 8, **vyznačujúci sa tým**, že ďalej obsahuje
 - a) prostriedky na meranie v prvom čase, vzájomných odchýlok v čase, fázy kmitočtu alebo ich deriváciách, vzhľadom k sebe navzájom alebo vzhľadom k referenčnému zdroju signálov prijatých prvým mobilným prístrojom z neobslužnej základňovej stanice;
 - b) prostriedky na meranie vo vybranom druhom čase, vzájomných odchýlok v čase, fázy kmitočtu alebo ich deriváciách, vzhľadom k sebe navzájom alebo vzhľadom k referenčnému zdroju signálov prijatých rovnakým alebo druhým prijímačom z neobslužnej základňovej stanice;
 - c) prostriedky na výpočet polohy ktoréhokoľvek z obidvoch mobilných prístrojov alebo zmeny polohy prvého mobilného prijímača medzi prvým a druhým

časom alebo stavu pohybu ktoréhokoľvek z obidvoch mobilných prístrojov v prvom alebo druhom čase zo vzťahu medzi prvou a druhou sadou údajov.

1/4

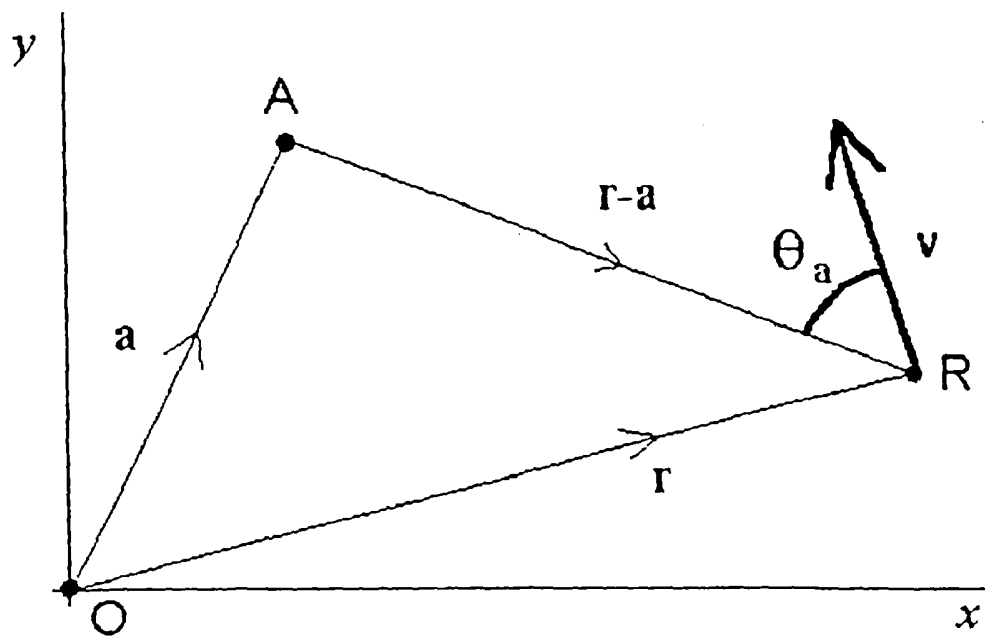


obr. 1

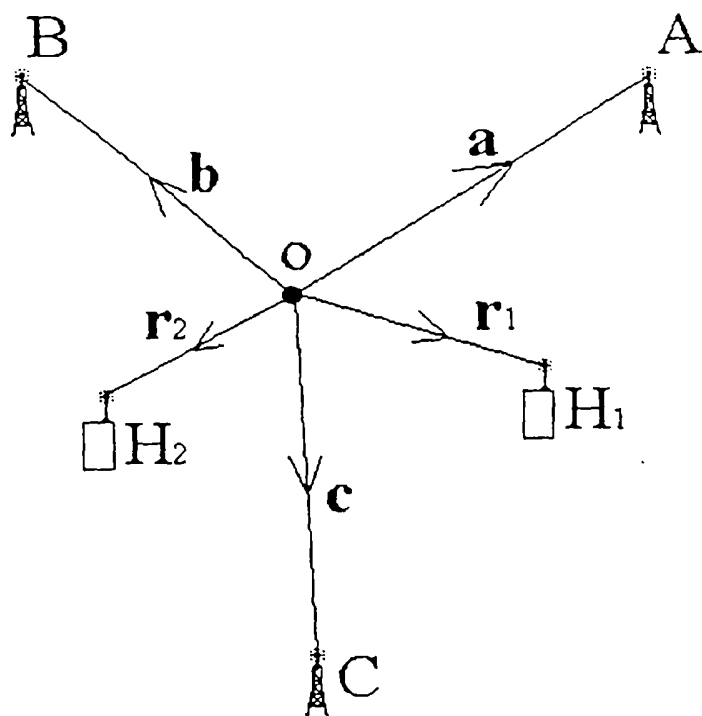


obr. 2

2/4

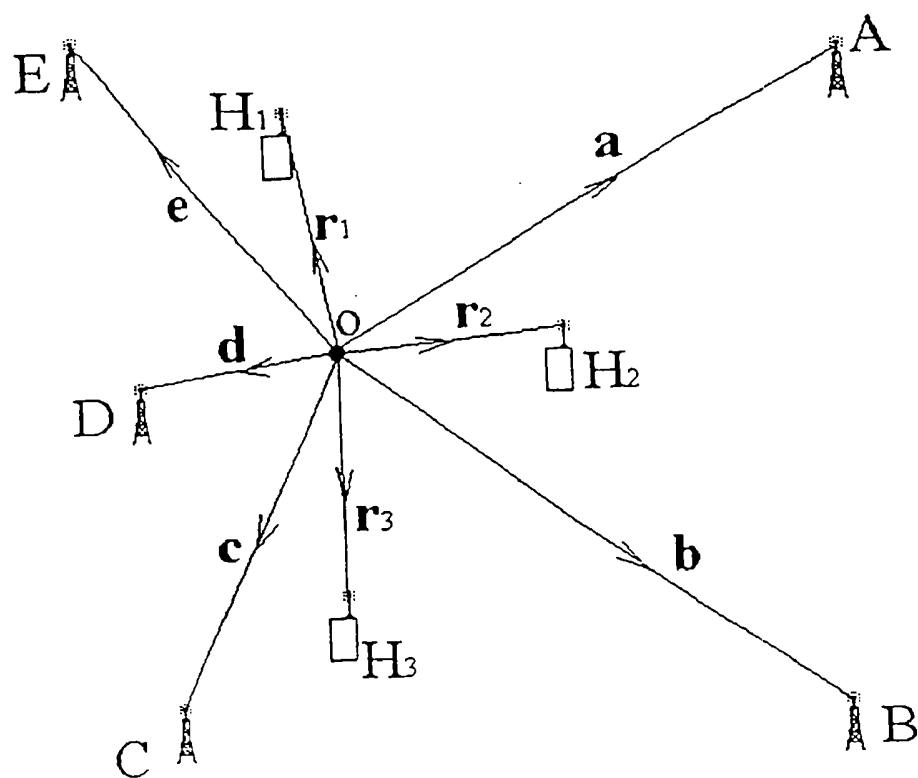


obr. 3



obr. 4

3/4



obr. 5

