

PŘÍHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(19) ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: 29.06.2001
(32) Datum podání prioritní přihlášky: 30.06.2000 30.06.2000
(31) Číslo prioritní přihlášky: 2000/215607 2000/00870153
(33) Země priority: US EP
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: 14.05.2003
(Věstník č. 5/2003)
(86) PCT číslo: PCT/BE01/00114
(87) PCT číslo zveřejnění: WO02/003094

(21) Číslo dokumentu:

2002 - 3943

(13) Druh dokumentu: A3

(51) Int. Cl. ⁷:

G 01 S 5/14

(71) Přihlašovatel:

ALSTOM BELGIUM S. A., Charleroi, BE;

(72) Původce:

Franckart Jean-Pierre, Montignies-sur-Sambre, BE;

(74) Zástupce:

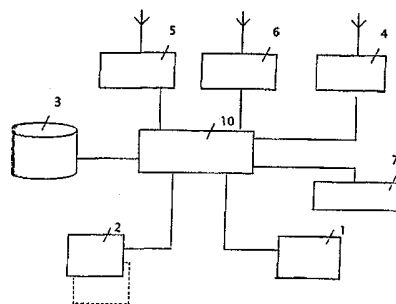
PATENTSERVIS PRAHA a.s., Jivenská 1, Praha 4,
14000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Způsob lokalizace a/nebo určení umístění polohy
objektu, pohybujícího se po známé trase, a
zařízení k provádění tohoto způsobu**

(57) Anotace:

Způsob lokalizace a/nebo určení umístění polohy objektu, zejména dopravního prostředku jako je vlak a další, pohybujícího se podél známé trasy, a to vše bezpečně v termínech železniční dopravy se provádí jednak platným výpočtem v daném čase, jednak elementárním měřením zahrnujícím alespoň jeden satelit a také bezpečným zmapováním této známé trati. Zařízení pro lokalizaci a/nebo určení umístění objektu, přednostně dopravního prostředku jako je např. vlak, který se pohybuje podél známé trasy, a to bezpečně v termínech železniční dopravy, obsahuje alespoň jedno zařízení spojené s daným objektem, které obsahuje alespoň centrální počítač (10), alespoň jeden přijímač/dekodér (5) signálů ze satelitu, rádiový interfejs (4) a databázi se zmapováním (3) trasy, vykonávané objektem, centrální zařízení obsahující centrální počítač, nejméně jeden rádiový interfejs, sběrníkový systém, databázi obsahující zmapování trati, aplikaci pro řízení modifikací zmapování a alespoň jeden ovládací pult a dále interfejs pohybující se objekt/centrální zařízení a interfejs člověk/pohybující se objekt.



- 1 -

Způsob lokalizace a/nebo určení umístění polohy objektu, pohybujícího se po známé trase, a zařízení k provádění tohoto způsobu

Oblast techniky

Vynález pojednává o způsobu bezpečné lokalizace a/nebo umístění polohy objektu pohybujícího se podél trasy, která je známa lokalizačnímu zařízení.

Termínem „trasa“ nebo „kurs“ je myšlena podsestava prostoru vymezená válcovým povrchem libovolného a proměnného průřezu, ve kterém je dopravní prostředek při pohybu zabalen. V případě, že může být zanedbán průřez, jsou tak stanoveny dvě rovnice, ve kterých jsou spojeny zeměpisná délka, zeměpisná šířka a nadmořská výška pohybujícího se objektu.

Tento vynález se přesněji týká způsobu určení vlaku pohybujícího se po kolejích, jejichž přesná dráha je známá.

Stejný princip může být aplikován i v situaci, kdy je známa jedna rovnice, tj. pohyb objektu po známém povrchu.

Tento vynález pojednává o způsobu lokalizace a/nebo určení polohy dopravního prostředku, bezpečně v termínech železniční dopravy, řekněme, že zahrnuje schopnost určit polohu, nebo přesněji zónu nepřítomnosti vozidla v sekci a to téměř ihned, pro dopravní prostředek, který se pohybuje po známé trase, a to vše s danou pravděpodobností.

Dosavadní stav techniky

V železniční signalizaci není vlaku dovoleno vjet do určitého sektoru dokud není jisté, že vlak před ním tento úsek již neopustil, tj. že daná traťová sekce je volná. Je proto důležité zjistit s hranicí předem dané chyby, a která je samozřejmě extrémně malá, a to vše provést bezpečně v termínech železniční dopravy, například s chybou řádu 10^{-9} , přednostně 10^{-12} , zóny, ve kterých se může spoléhat na nepřítomnost vlaku, a to vše provést při každém opakování výpočtu.

Je známo, že je možné určit přesnou pozici objektu, zejména vlaku, s pomocí výpočtu polohy za pomoci tří satelitů, kde přijímače, které mohou přijmout informaci ze satelitů, jsou schopny vypočítat koordináty uvedeného pohybujícího se objektu s relativně vysokou přesností.

Nicméně je nutné přidat přesné měření univerzálního času, které se může projevit jako složité a někdy nákladné pro aplikaci na úrovni přijímače, například instalovaného ve vlaku. Dále by mělo být povšimnuto, že je nutné, aby různé satelity patřily do shodné konstelace a byl pro ně použit shodný referenční čas.

Z tohoto důvodu se obvykle používá čtvrtý satelit, který umožňuje zpřesnit lokalizaci daného objektu vyřešením systému čtyř rovnic o čtyřech neznámých, takže se získají tři koordináty daného místa a časová hodnota.

Ve skutečnosti se na základě znalosti koordinátů těchto satelitů provede odhad pomocí výpočtu vzdáleností oddělujících tyto satelity od objektu přijímače, jehož pozice se má určit.

Existuje řada strategií jak zvýšit kvalitu a/nebo kvantitu používaných informací a to jak v civilním, tak i ve vojenské využití, aby se zvýšila přesnost těchto měření.

K tomuto cíli je možno mezi jiným zmínit následující:

- zvýšení počtu satelitů zahrnutých v měření, a to včetně pozemních,
- korelace mezi následnými měřeními s cílem zmenšit váhu určitých výskytů chyb,
- radiové vysílání, např. přes satelit nebo podobně, místní opravné informace, např. DGPS, WAAS,
- zvýšení přesnosti časovacích měření synchronizací s nosnou vlnou satelitů,
- použití vysílání údržbové a řídicí informace pozemní monitorovací sítě nebo sítěmi konstelací satelitů.

Tyto různé články informací jsou kompilovány tak, aby se zlepšila co možná nejvíce nejpravděpodobnější hodnota polohy daného objektu a zvýšila přesnost.

Kromě toho byly také navrženy různé techniky kódování a autokorelace tak, aby se zajistila ochrana proti elektromagnetické interferenci nebo zlomyslné jevy, které se mohou objevit při měřeních.

Na závěr, pro určité aplikace je možné nahradit satelitní lokalizační systém komplementárními senzory, které mohou dále zvýšit kvantitu nebo kvalitu dostupné informace, např. atmosférické tlakové senzory v letectví, rotační senzory vlakových náprav spojené s Dopplerovým radarem, částečné nebo úplné inerční stanice, atd.

Podstata vynálezu

Cílem tohoto vynálezu je popsat způsob a zařízení, které umožní bezpečnou lokalizaci a/nebo umístění polohy objektu, tím více dopravního prostředku jako je vlak, který se pohybuje po známé trase.

Termínem „bezpečná lokalizace“ je zamýšlena poloha, nebo přesněji nepřítomnost vlaku mimo zónu, které je znovu definována při každém výpočtu, s úrovní chyby menší než 10^{-9} a přednostně schopné dosáhnout hodnoty 10^{-12} .

Vynález pojednává o způsobu lokalizace a/nebo umístění polohy objektu, zejména dopravního prostředku jako je vlak, pohybujícího se po známé trase, a to vše bezpečně v termínech železniční dopravy, jehož podstatou je, že lokalizace a/nebo umístění polohy objektu se provádí platným výpočtem v daném čase na jedné straně, na elementárních měření zahrnujících alespoň jeden satelit na druhé straně, při bezpečném mapování známé trasy.

Přednostně, toto bezpečné mapování umožňuje získat dva vztahy se třemi neznámými, zastupujícími koordináty daného objektu, jehož lokalizace a/nebo umístění polohy se má zjistit, přičemž se za pomoci informace, vysílané alespoň jedním satelitem, jehož poloha je známa, získá alespoň jeden další vztah mezi uvedenými třemi neznámými.

Přesněji se tento vynález týká způsobu, ve kterém se každé elementární měření skládá z určení individuální oblasti podél trasy mezi dvěma milníky kde doména závisí na standardní odchylce chyby měření časování tohoto základního měření, rychlosti světla, koeficientu spojeného s koordináty dotyčného satelitu a kursem jeho dráhy, a jakostním faktorem definujícím geometrii rozložení chyby pro kterýkoliv měřicí záznam, takže pravděpodobnost nepřítomnosti vlaku v dané individuální doméně je předem definovaná.

Výhodně je každý měřicí záznam nadbytečný, což umožňuje určit skupinu individuálních domén pomocí skupiny elementárních měřících záznamů, provedených simultánně ve stejném daném čase, které jsou založeny na rozdílných satelitech nebo dvojicích satelitů.

Podle prvního provedení vynálezu je elementární měření provedeno s pomocí dvojice satelitů, používající stejný referenční čas. Přednostně bude dvojice satelitů přináležet do stejné konstelace.

Podle jiného výhodného provedení bude elementární měření provedeno s pomocí alespoň jednoho satelitu náležejícímu do konstelace a přijímače, spojeného s pohybujícím se objektem podle známé trasy, kde tento přijímač je opatřen hodinami synchronizovanými s referenčním časem dotyčné konstelace, ke které satelit náleží.

To znamená, že je dostačující zvýšit počet satelitů za tím účelem, aby se současně provedla skupina elementárních měření.

Výhodně se určí existence společné oblasti, která je definována jako průsečík, přednostně všech, různých individuálních oblastí. Přednostně se zamítnou, vyloučí, individuální oblasti, které nemají se společnou oblastí žádný společný bod.

Odtud plyne, že pokud existuje nenulová společná oblast, oblast možné přítomnosti pohybujícího se objektu se určí jako spojení všech nezamítnutých individuálních oblastí.

Z toho se odvodí, že pravděpodobnost nepřítomnosti vně sjednocené domény je definovány jako produkt pravděpodobností nepřítomnosti ve všech známých individuálních doménách.

Podle jednoho výhodného provedení závisejí individuální oblasti, definující sjednocenou oblast, na parametru, definujícím geometrii distribuce chyby, která je větší nebo rovná parametru, vybranému pro určení individuálních oblastí definujících společnou oblast.

Vynález také pojednává o zařízení pro lokalizaci a/nebo umístění polohy objektu, přednostně dopravního prostředku jako je vlak, pohybujícího se podél známé trasy, a to vše bezpečně v termínech železničního transportu, zahrnující alespoň

- zařízení přidružené k pohybujícímu se objektu, které obsahuje alespoň jeden centrální počítač, alespoň jeden přijímač/dekodér signálu přicházejícího z jednoho nebo více satelitů, radiové rozhraní a databázi, obsahující zmapovanou trasu, vykonávanou uvedeným objektem,
- centrální zařízení obsahující centrální počítač, alespoň jedno radiové rozhraní, sběrníkový systém, databázi obsahující zmapovanou trasu, aplikaci pro řízení modifikací uvedeného mapování a alespoň jeden ovládací pult, stejně jako pohybující se objekt/centrální zařízení a člověk/pohybující se objekt elementy rozhraní.

Výhodně obsahuje přijímač/dekodér hodiny, synchronizované s referenčním časem konstelace satelitů.

Zařízení podle vynálezu dále výhodně obsahuje skupinu komplementárních senzorů.

Centrální zařízení je nejlépe volitelně přenosné.

Nyní popíšeme vynález detailně. Způsob lokalizace a/nebo umístění polohy objektu, konkrétněji vlaku, pohybujícího se podél známé trasy, může být ve skutečnosti interpretováno podle dvou odlišných režimů činnosti:

- lineární režim, když vlak cestuje podél trati bez žádného odbočení v blízkosti jeho polohy, a
- topologický režim, když vlak přijíždí do výhybkové zóny nebo když ještě není jisté, zda tuto zónu opustil.

Tento vynález se přesněji vztahuje k lokalizaci vlaku pohybujícího se v lineárním režimu.

V případě pohybu v topologickém režimu, tj. např. v blízkosti výhybkové zóny, budou dále popsány příklady uskutečnění, které umožňují rychle přepnout z topologického režimu do lineárního režimu a proto umožní aplikovat způsob podle tohoto vynálezu.

Samozřejmě, že je možné provést jakékoliv zobecnění vzhledem k pohybu dopravního prostředku podél známé trasy, např. na člun pohybující se po síti kanálů, vozidlo, pohybující se po silnici nebo dálnici, jejíž přesná trasa je známa, atd.

Mělo by být povšimnuto, že v oblasti železniční signalizace je trasa objektu, přesněji vlaku, známa s přesností a jistotou. Je proto prostě účelné zjistit, zda se vlak nepřibližuje k nějakému nebezpečnému místu, specifickému úseku tratě, a signalizovat jeho přítomnost vlaku, který jede po něm, dokud ten druhý nemůže vjet aniž by existovalo riziko kolize.

Obnovovací čas v železničních systémech by měl být nejvýše jedna až několik sekund.

Lineární režim

V tomto režimu je vlak lokalizován v pojmech oblasti, definované dvěma milníky, řekněme jako spolehlivý interval definovaný dvěma křivočarými koordináty, ve kterých, pro trať jejíž přesná trasa je známa (nebo přinejmenším jestliže ne přesná trasa, tak pravděpodobná trasa v bezpečném slova smyslu), a tak je možné definovat nepřítomnost vlaku s nezbytně nízkou úrovní chyby.

Zmapování tratě dává dvě bezpečně známé rovnice mezi třemi koordináty, tj. zeměpisnou výškou, šířkou a nadmořskou výškou. Zmapování se uloží do bezpečné databáze a vloží se – zavede se – na palubu vlaku při zahájení služby, zatímco se zaručí integrita obsahu konvenčními bezpečnostními prvky železniční dopravy: kódováním, nadbytečností. Jeho aktualizace, pokud je vhodná, je většinou prováděna vhodným protokolem.

Třetí rovnice bude dána elementárním měřením zahrnujícím alespoň jeden satelit, raději dvojice satelitů. To je kterýmkoliv z následujících úkonů:

- měření přenosových časů mezi satelitem a přijímačem, upraveným na pohybujícím se objektu, např. vlaku, čímž se definuje vzdálenost mezi satelitem a přijímačem, to se provádí v případě, že přijímač má hodiny synchronizované s referenčním časem konstelace do které satelit patří,
- měření rozdílu mezi přenosovými časy každého ze satelitů z dvojice satelitů a jejich přijímačem, který je upraven v pohybujícím se objektu, zde vlaku, v případě, že přijímač není vybaven hodinami synchronizovanými s referenčním časem konstelace, do které satelity patří.

Mělo by být povšimnuto v případě, kdy se zaznamenává elementární měření za pomoci dvou satelitů, patřícím přednostně k shodné konstelaci nebo alespoň přinejmenším ke konstelaci, využívající shodný referenční čas, že není nutné, aby měl přijímač ve vlaku hodiny synchronizované s tímto referenčním časem.

Opačně, v případě, že se elementární měření provádí pouze s jedním satelitem, je pro přijímač ve vlaku důležité, aby byl opatřen hodinami synchronizovanými s referenčním časem konstelace, ke které satelit patří.

To zvyšuje náklady na realizaci tohoto způsobu podle vynálezu, avšak sníží počet satelitů potřebných pro každé elementární měření.

V průběhu elementárního měření ($i=1$), provede se proto pokus pro určení, za využití systému rovnic, a to tří nebo čtyř, se skupinou neznámých, tři nebo čtyři, umístění polohy uvedeného pohybujícího se dopravního prostředku, nebo přesněji oblast D_i definovaná na trase dvěma milníky $M_{\min}^i$ a $M_{\max}^i$, které jsou počítány od referenčního místa, které je libovolné avšak jedinečné pro každou řadu a které jsou odděleny vzdáleností

$2 \eta_a c \sigma_i \alpha_i$, kde

- η je bezrozměrný koeficient definující geometrii distribuce chyby,
- c je rychlost světla,
- σ_i je známá standardní odchylka chyb měření časování, a
- α_i je bezrozměrný koeficient spojený s koordinátami satelitů a s trasou (kursem) trati.

Jestliže σ_1 označuje standardní odchylku chyb měření časování v průběhu prvního elementárního měření, prováděného např. za pomoci první dvojice satelitů, potom může být $\pm \eta_a \sigma_1$ považována za hranici chyby měření s pravděpodobností P_a (např. 10^{-2} až 10^{-4}), která definuje η_a jako bezrozměrný koeficient, který umožňuje provést předpoklad, že při provádění měření se jedná o Gaussovo rozložení. Obvykle je η_a v rozmezí 1 až 4, přednostně 2 až 3. Specificky, jestliže η_a je příliš velké snižuje se tím naléhavost kritéria na měření, což řekněme znamená, že se zvyšuje pravděpodobnost úrovně chyby. Opačně, jestliže je η_a příliš malé, zvyšuje se riziko, že se měření neprotnou a že elementární kritéria budou zamítnuty.

η_a a počet elementárních měření, tedy počet použitých satelitů, potřebuje být zvolen tak, aby se docílily předem definované pravděpodobnostní podmínky.

Mělo by být povšimnuto, že σ_1 obsahuje náhodné rozložení chyb, spojených např.

- s rychlostí šíření vln v ionosféře a troposféře,

- s relativními kalibračními chybami vnitřních hodin satelitů,
- s chybami mezi jejich aktuální polohou a jejich přenesenou polohou,
- s chybami synchronizace s přijatými zprávami,
- atd.

Elementární měření se opakuje k –krát, a to s k satelity nebo s k dvojicemi satelitů. Tato k měření mohou být provedena při využití odlišných konstelací. Toto určuje oblasti $D_{2a}, \dots, D_{ka}$ stejného typu, jako byla oblast D_{1a} .

Jestliže všechny tyto oblasti D_i^a obsahují podsestavu milníků, které jsou jim společné, definuje se společná oblast D_0^a jako průsečík všech oblastí D_i^a . V tomto případě jsou parametry subsystému používaných satelitů v jejich normálním režimu provozu, přinejmenším pro měření požadované v daném okamžiku. To může být zavedeno jako nezbytná podmínka v kalkulačním algoritmu.

Kromě toho jestliže se splní existence podmínky D_0^a , pravděpodobnost, že v podstavě satelitů bude existovat neznámá anomálie, se může zanedbat, takováto anomálie by mohla vést k tomu, že by měření bylo neplatné, nebo k tomu, že by byla podhodnocena chyba pravděpodobnosti ve vypočtené oblasti. V opačném případě se může použít komplementární měření za využití jednoho nebo dvou dodatečných satelitů.

Mělo by být povšimnuto, že výše přijaté zdůvodnění je provedeno na základě dvojice satelitů. Stejně zdůvodnění může být samozřejmě provedeno za pomoci jednotlivých satelitů, interaktivně působících s přijímačem, pokud má přijímač hodiny synchronizované s referenčním časem konstelace do které satelit nebo satelity patří. Nicméně, předpoklad hodin synchronizovaných s referenčním časem konstelace, jako jsou cesiové hodiny, je stále relativně nákladný a tak je pravděpodobné, že toto řešení nebude přímo očekávané.

Konečně, jestliže budou používané dvojice satelitů patřit k různým konstelacím nebo pokud budou vhodné monitorování umožnit zajistit, že v dané konstelaci není společná režimová chyba, potom pravděpodobnost, že aktuální poloha je vně sjednocené oblasti D_u^b , definované jako sjednocení individuálních domén $D_i^b : 2 \eta_b c \sigma_1 \alpha_1$, bude nejvýše rovna $(P_b)^k$, což dává přístup k pravděpodobnosti chyby v rozsahu 10^{-9} až 10^{-12} , která je nezbytná.

Koeficient η_b je definován s $\eta_b = \eta_a$, takovým, že pravděpodobnost P_b toho, že poloha bude vně oblasti $2 \eta_b \leq \sigma_i \leq \alpha_i$ může být zvolena, aby byla tak malá, jak je to možné, např. 10^{-3} až 10^{-6} .

V rámci dané konstelace může být určena nepřítomnost společné režimové chyby, např. vyhledáním poloh známých pevných stanic na základě stejné dvojice satelitů. Anomálie mohou být sděleny do vlaku ať již pomocí příkazového stanoviště nebo přes místní radiové spojení. Čas potřebný pro tuto operaci musí být přidán k době výpočtu jako takové.

Topologický režim

Jak již bylo popsáno výše, pohyb vlaku v topologickém režimu by měl být přepnut co nejrychleji do pohybu v lineárním režimu, takže tím může být co nejrychleji použit způsob podle tohoto vynálezu.

Jako příklad, jestliže jeden vlak jede za jiným vlakem a trať mezi těmito dvěma vlaky neobsahuje žádná výhybková místa, je umístění vlaku na trati provedeno výhradně v lineárním režimu, jeho povolené omezení pohybu bude kalkulováno na základě možné znalosti konce vlaku před ním, což může obsahovat přímý nebo nepřímý dialog s tímto vlakem.

Podobně, jestliže se vlak blíží k nějakému výhybkovému místu, poskytuje systém jistotu, že mezi výhybkovým místem a ním není žádný jiný objekt, čímž je mu umožněno například si „přivlastnit“ (jednokolejné) znamení spojené s výhybkovým místem.

Jestliže vlastní toto znamení, může změnit výhybkové místo podle trati, která je mu přidělena řídicím centrem. Jestliže má potvrzeno, že výhybkové místo je zajištěno v požadované poloze, je známa topologie trati vlaku v okolí výhybkového místa a situace se tak přemění na předešlý případ a lokalizace tak zase může pracovat v lineárním režimu, stranou od skutečnosti, že může být nezbytné změnit referenční milník po té, co překročil výhybkové místo tak, aby se zafixovala nová trať, kterou jede.

Znamení je potom vráceno zpět výhybkovému místu, kde byla zaregistrována skutečnost, že konec vlaku opustil toto místo, a je porto dostupný pro následující vlak.

Závěrem je tedy nutné podotknout, že situace v tomto příkladu se přepnula zpět do lineárního pohybového režimu.

Přehled obrázků na výkresech

Obr. 1 představuje zařízení, které by nezbytně mělo být ve vlaku, aby bylo možné použít způsob podle prvního příkladu provedení.

Obr. 2 představuje zařízení, které by nezbytně mělo být na trati, aby bylo možné použít způsob podle prvního příkladu provedení.

Obr. 3 představuje zařízení, které by nezbytně mělo být na centrálním stanovišti, aby bylo možné použít způsob podle prvního příkladu provedení.

Příklady provedení vynálezu

Mezi různými provedeními způsobu podle tohoto vynálezu bude popsán jeden, který je nejtypičtější. Je popsán s odkazem na výše uvedené obrázky, které příslušně popisují specifické nebo upravené součásti, které jsou upraveny na palubě vlaku, na trati a na kontrolním stanovišti.

Obr. 1 představuje zařízení pro instalaci na palubě vlaku tak, aby mohl být využit způsob podle prvního provedení vynálezu, ve verzi, která není nadbytečná pro zvýšení dostupnosti.

Specificky, podle technologie použitého satelitního přijímače a jeho dekodéru může být toto zařízení zdvojeno, takže vysílaná informace týkající se jiného satelitu nemůže být ovlivněna chybami obvyklou koherentní cestou.

Vlaková interfejsová jednotka, dále nazývaná vlakové rozhraní 1, je implementována v případě, že k systému je přidána funkční ochrana vlaku.

Rozhraní 2 mezi člověkem a strojem, v angličtině nazývané Man Machine Interface, je normálně přítomné pro zajištění dialogu s řidičem. Může být vynecháno v případě existence přísného ochranného systému, který není spojen se signalizací v kabině. Dvě kabiny daného vlaku mohou být vybaveny a používat stejný bezpečný počítač.

Zmapování 3 trati je paměťový rozsah řízený bezpečným počítačem 10 v průběhu normální operace, navíc s procedurou testování jeho obsahu přes rádio 4 a centrální stanoviště při zahájení provozu zařízení. Pokud je nezbytná nějaká aktualizace, může být

použita vhodná procedura. Toto může zahrnovat ověření řidičem přes rozhraní 2 mezi člověkem a strojem.

Rádio 4 je standardní interfejs pro rádio pozemních vlaků analogového nebo digitálního typu, např. GSM-R.

Bezpečný počítač 10, bezpečnými principy v termínech železniční dopravy, používá konvenční technologie, jako jsou např. NISAL nebo FIDARE, nebo redundanci, např. 2 ze 2, která je volitelně spojena s redundancí tak, aby se zlepšila dostupnost, např. 1 z 2, 2 z 3, 2 z 4.

Bezpečný počítač 10 je ve spojení s přijímačem/dekodérem 5 prvního satelitu a přijímačem/dekodérem druhého satelitu 6. Obvykle jsou přijímače/dekodéry vícekanálové přijímače/dekodéry a mohou být simultánně ve spojení se skupinou satelitů.

Podle jiného provedení je postačující mít jeden přijímač/dekodér, který je upraven ve vlaku a který je opatřen hodinami synchronizovanými s referenčním časem konstelace satelitů. V tomto příkladu je pro zaznamenání měření postačující jeden satelit.

Verze se zvýšenou dostupností mohou být vytvořeny přidáním, podle požadavků,

- dodatečného přijímače
- dodatečného radiového interfejsu,
- redundantní architekturou centrálního počítače, jehož paměť obsahuje zmapování,
- částečnou nebo úplnou redundantní architekturou interfejsu člověk/stroj a vlakové interfejsové jednotky.

Verze se zvýšenou přesností jsou doplňkově vytvořeny komplementárními senzory 7, např. akcelerace, gyroscopy, Dopplerovy radary, atd.

Obr. 2 představuje základní verzi, která může být redundantní tak, aby se zlepšila dostupnost hlavního objekt ovládajícího zařízení, které je nezbytné na trati.

Jestliže je to nutné, řídí ovladač 20 objektu příslušnou komponentu 22 na trati (objekt) a přijímá z ní příslušné testovací a stavové proměnné. Řídí tak znamení 23 a uchovává jej,

pokud není používání vlakem nebo přenosným nebo pevným speciálním vybavením. Radiový interfejs je shodný s tím, který je na palubě vlaku.

Stejně jako v případě palubního zařízení mohou být provedeny různé verze s redundancí.

Je také možné uvažovat traťové vybavení, které je přenosné a je zamýšleno pro dělníky na trati a pro jisté nouzové interakce dopravou. Zejména umožňuje dělníkům zjistit, kde jsou na síti bez rizika chyby, bezpečně uložit vhodné dopravní omezení, a následně je zrušit, a také doplňkově přijímat varování o příjezdějících vlacích.

V jednom z možných provedení je architektura vybavení velmi podobná té, která je na palubě vlaku.

Funkčnosti interfejsu člověk/stroj jsou modifikované: neobsahují ty, které jsou založeny na dynamické informaci vybavení, tj. vzdálenost cíle, rychlost, atd., avšak místo toho umožňují určité operace se znameními systému.

Vlaková interfejsová jednotka se stává interfejsem pro upozorňování, například zvukově, na příjezdějící vlak.

Tak aby se zvýšila přesnost v okolí kritických míst, např. příjezdech do stanice, nebo pro účely monitorování používané konstelace, může být na vhodných místech uspořádáno zařízení, které je komplementární k pevnému místu tratě. Toto zařízení je opět velmi podobné zařízení popsanému na obr. 1, avšak v tomto případě neobsahuje ani vlakovou interfejsovou jednotku, ani interfejs člověk/stroj. Dále není principiálně vybaveno funkcemi pro ovládání znamení, avšak je pouze zamýšleno pro předávání, a to na žádost vlaků nebo centrálního stanoviště, okamžitých místních rozdílů, lineární lokace, pro každou dvojici satelitů používanou systémem, který si je může vyzvednout. Tyto rozdíly jsou používány pro redukování spolehlivého intervalu měření a pro ověření použitých satelitů.

Obr. 3 popisuje centrální stanoviště podle výhodného provedení, které je charakterizováno tím, že je bezpečně zpracováván minimální počet funkcí. Odděleně od mapovacího ovládání jsou základní funkce zařízení implementovány aniž by se uchýlily k bezpečnosti na centrálním stanovišti.

V praxi mohou být doplněna bezpečnostní zařízení 40, 41, 42, 43, 44 tak, aby se centrálnímu počítači 30 vložily komplementární funkce: bezpečnost dělníků na trati, různé ochrany, dálkové funkce pro kompatibilitu s neúplně vybavenými stroji, záloha pro případ poruchy, atd.

Ovládání mapování 33 je prováděno vně reálného času avšak bezpečně prostřednictvím určeného zařízení 38.

Organizace systému, např. priority pro vlak, instrukce jim dávané pro vytvoření kontaktu s různými ovladači objektů tak, aby si vzali od nich příslušné znamení, atd. , je provedena centrálním počítačem a operátorem přes operační dohlížitelský pult, a v souladu s předem daným časovým rozvrhem přes ovládací pult 41 časového rozvrhu.

Sledování údržby a konkrétní zásahy, jako ve stavu nebezpečí, zálohování pro částečně deficitní vlaky atd., může být provedeno pomocí specializovaných ovládacích pultů 40, 41, 42, 43, 44, jako je ukázáno na obr. 3, nebo např. přes stejný operační dohlížitelský ovládací pult. Celkový počet ovládacích pultů 40, 41, 42, 43, 44 může být upraven podle požadavků na instalaci.

Rádiové interfejsy 34, 35, 36 spojují centrální počítač 30 a satelity do komunikace přes rádiovou sběrnici 37, která je obecně redundantní.

Průmyslové využití

Vynález je zejména vhodný pro použití v bezpečnostních drážních systémech, ale i v dalších aplikacích, kdy je zapotřebí znát přesnou polohu nějakého objektu, který se pohybuje po předem známé trase.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob lokalizace a/nebo určení umístění polohy objektu, zejména dopravního prostředku jako je vlak a další, pohybujícího se podél známé trasy, a to vše bezpečně v termínech železniční dopravy, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se provádí jednak platným výpočtem v daném čase, jednak elementárním měřením zahrnujícím alespoň jeden satelit a také bezpečným zmapováním této známé trati.
2. Způsob podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že bezpečným zmapováním se obdrží dva vztahy se třemi neznámými, zastupujícími souřadnice objektu, jehož poloha se určuje, zatímco alespoň jeden další vztah mezi stejnými třemi neznámými se získá za pomoci informace vysílané alespoň jedním satelitem, jehož poloha je známa.
3. Způsob podle nároku 1 nebo 2, v y z n a č u j í c í s e t í m, že elementární měření (i) se provede určením individuální oblasti (D_i) podél uvedené trasy mezi dvěma milníky (M_{min}^i , M_{max}^i), kde tato oblast závisí na standardní odchylce (σ_i) chyby měření časování tohoto elementárního měření (i), rychlosti světla (c), koeficientu (α_i) spojenému s koordináty daných satelitů a trasou trati, a váhovým koeficientem (η) definujícím geometrii distribuce chyby pro kterýkoliv záznam měření, takže pravděpodobnost (P_i) nepřítomnosti objektu v uvedené individuální oblasti (D_i) je předem dána.
4. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 1 až 3, v y z n a č u j í c í s e t í m, že záznam elementárního měření je redundantní.
5. Způsob podle nároku 4, v y z n a č u j í c í s e t í m, že skupina individuálních oblastí (D_i) se určí skupinou elementárních měření (i), které se provedou simultánně ve stejném daném čase a které jsou založeny na odlišných satelitech nebo na dvojicích odlišných satelitů.
6. Způsob podle nároku 5, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se zvýší počet satelitů pro provedení skupiny elementárních měření simultánně.

7. Způsob podle nároku 5 nebo 6, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se určí existence společné oblasti (D_0), která je definována jako průsečík, přednostně všech, různých individuálních oblastí (D_i).
8. Způsob podle nároku 7, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se zamítnou individuální oblasti (D_i), které nemají žádný společný bod se společnou oblastí (D_0).
9. Způsob podle nároku 7 nebo 8, v y z n a č u j í c í s e t í m, že jestliže existuje nenulová oblast (D_0), určí se oblast (D_u), která se vytvoří spojením všech nezamítnutých individuálních oblastí (D_i), a tato oblast se určí jako oblast pravděpodobné přítomnosti.
10. Způsob podle nároku 9, v y z n a č u j í c í s e t í m, že pravděpodobnost nepřítomnosti ve sjednocené oblasti (D_u) se definuje jako produkt všech pravděpodobností nepřítomnosti ve známých individuálních oblastech (D_i).
11. Způsob podle nároku 9 nebo 10, v y z n a č u j í c í s e t í m, že individuální oblasti (D_i^b), kterými se definuje sjednocená oblast (D_u) závisí na parametru (η_b) definujícím geometrii distribuce chyby, která je větší nebo rovna parametru (η_a), vybranému pro určení individuálních oblastí (D_i^a), kterými se definuje společná oblast (D_0).
12. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 1 až 11, v y z n a č u j í c í s e t í m, že elementární měření se provádí za pomoci dvou satelitů, které používají shodný referenční čas.
13. Způsob podle nároku 12, v y z n a č u j í c í s e t í m, že pro elementární měření se vybere dvojice satelitů, která se patří do stejné konstelace.
14. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 1 až 10, v y z n a č u j í c í s e t í m, že elementární měření se provede za pomoci jednoho satelitu, patřícího ke konstelaci, a přijímače, spojeného s objektem, který se pohybuje podél známé trasy, kde tento přijímač se opatří hodinami synchronizovanými s referenčním časem konstelace, ke které daný satelit náleží.

15. Zařízení pro lokalizaci a/nebo určení umístění objektu, přednostně dopravního prostředku jako je např. vlak, který se pohybuje podél známé trasy, a to bezpečně v termínech železniční dopravy, v y z n a č u j í c í s e t í m, že obsahuje alespoň
- zařízení spojené s daným objektem, které obsahuje alespoň centrální počítač (10), alespoň jeden přijímač/dekodér (5) signálů ze satelitu, rádiový interfejs (4) a databázi se zmapováním (3) trasy, vykonávané objektem,
 - centrální zařízení obsahující centrální počítač, nejméně jeden rádiový interfejs, sběrníkový systém, databázi obsahující zmapování trati, aplikaci pro řízení modifikací zmapování a alespoň jeden ovládací pult a dále interfejsy pohybující se objekt/centrální zařízení a člověk/pohybující se objekt.
16. Zařízení podle nároku 15, v y z n a č u j í c í s e t í m, že přijímač/dekodér (5) obsahuje hodiny, synchronizované s referenčním časem konstelace satelitů.
17. Zařízení podle nároku 15 nebo 16, v y z n a č u j í c í s e t í m, že dále obsahuje skupinu komplementárních senzorů (7).
18. Zařízení podle kteréhokoliv z nároků 15 až 17, v y z n a č u j í c í s e t í m, že centrální zařízení je volitelně přenosné.

03.03.03

1/3

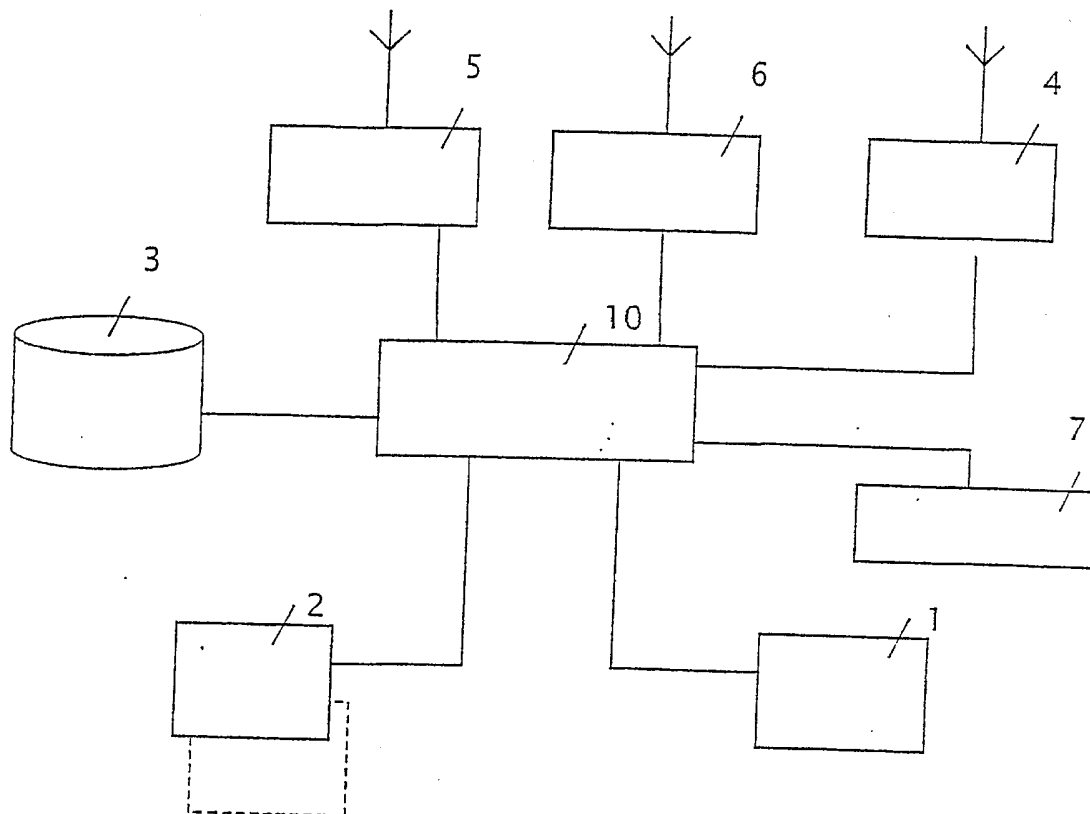


Fig. 1

03.03.03

2/3

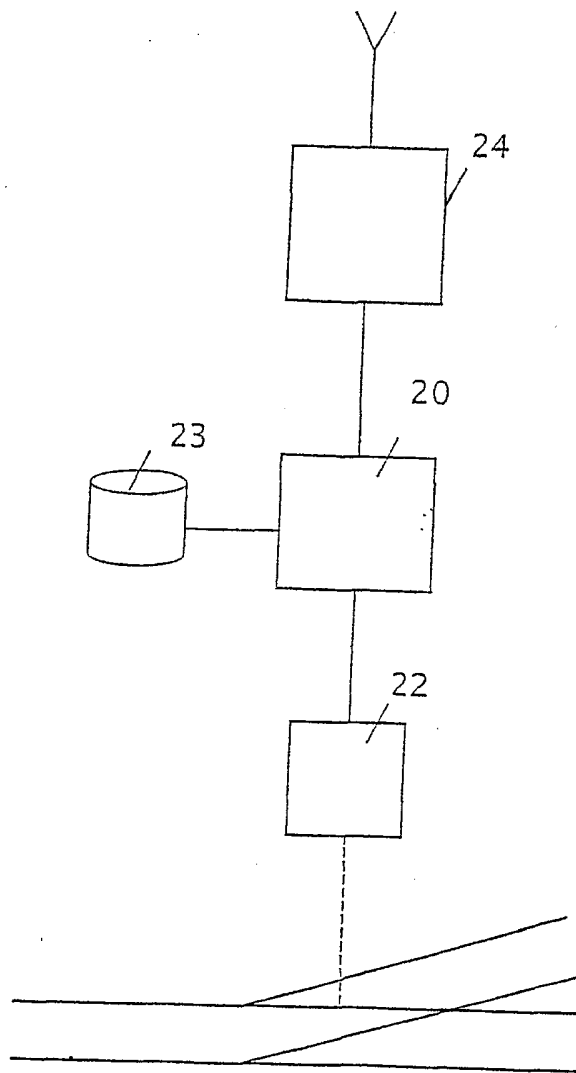


Fig. 2

3/3

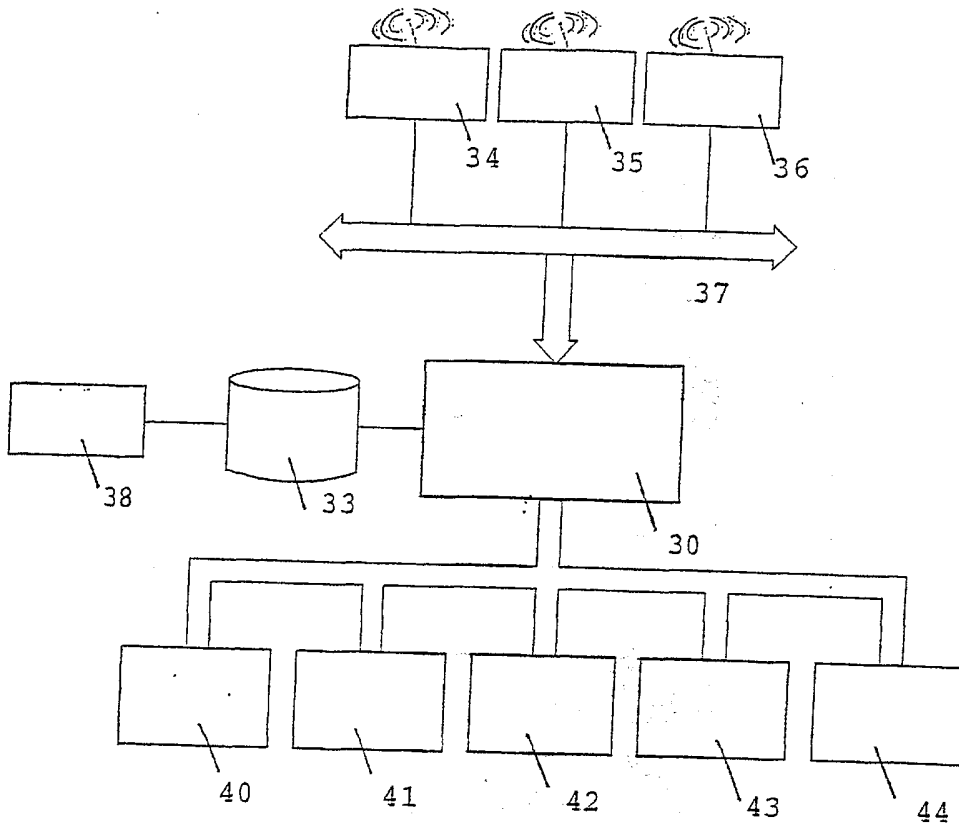


Fig. 3