

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-31082

(P2005-31082A)

(43) 公開日 平成17年2月3日(2005.2.3)

(51) Int.Cl.⁷

G O 1 S 5/14

G O 1 C 25/00

F I

G O 1 S 5/14

G O 1 C 25/00

テーマコード (参考)

5 J O 6 2

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2004-200662 (P2004-200662)	(71) 出願人	390023711
(22) 出願日	平成16年7月7日 (2004.7.7)		ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト
(31) 優先権主張番号	10/615427		ミット ベシユレンクテル ハフツング
(32) 優先日	平成15年7月7日 (2003.7.7)		ROBERT BOSCH GMBH
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ドイツ連邦共和国 シュツツトガルト (
			番地なし)
			Stuttgart, Germany
		(74) 代理人	100061815
			弁理士 矢野 敏雄
		(74) 代理人	100114890
			弁理士 アインゼル・フェリックス＝ライ
			ンハルト
		(72) 発明者	ミヒャエル モーザー
			ドイツ連邦共和国 フルーオルン＝ヴィン
			ツェルン ムールヴェーク 4
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 GPS測定の完全性の検査方法及び特定の車両におけるエラー検出方法及びGPSマルチパスレベルのマッピング方法及びGPS測定の完全性を検査するために車両内に設けられているシステム

(57) 【要約】

【課題】GPSの精度及び完全性を改善するための方法を提供する。

【解決手段】移動する車両に関するGPS測定の完全性の検査方法に関しては、移動する第1の車両と第2の車両との間の第1の車間距離を2つの車両において得られたGPS測定に基づき求め、第1の車両及び第2の車両におけるINSセンサの使用により得られた第1の車両及び第2の車両の相対的な運動に基づき第2の車間距離を別個に求め、第1の車間距離と第2の車間距離とを比較し、第1の車間距離と第2の車間距離が実質的に等しいか否かに依存してGPS測定の完全性を確認する。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

移動する車両に関する G P S 測定の完全性の検査方法において、
移動する第 1 の車両と第 2 の車両との間の第 1 の車間距離を該 2 つの車両において得られた G P S 測定に基づき求め、

前記第 1 の車両及び前記第 2 の車両における I N S センサの使用により得られた該第 1 の車両及び該第 2 の車両の相対的な運動に基づき第 2 の車間距離を別個に求め、

前記第 1 の車間距離と前記第 2 の車間距離とを比較し、

前記第 1 の車間距離と前記第 2 の車間距離が実質的に等しいか否かに依存して前記 G P S 測定の完全性を確認することを特徴とする、G P S 測定の完全性の検査方法。

10

【請求項 2】

前記第 1 の車間距離を求める前記ステップにおいて、

前記第 1 の車両における G P S 測定の第 1 のセットを取得し、

前記第 2 の車両における G P S 測定の第 2 のセットを取得し、

相互的に、前記 G P S 測定の第 1 のセットは前記第 2 の車両に伝達され、前記 G P S 測定の第 2 のセットは前記第 1 の車両に伝達される、請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

所定の近辺内の多数の車両間での G P S データの通信による特定の車両におけるエラー検出方法において、

1 つの衛星から G P S 信号を受信する各車両ペアについて、各車両においてテストシリーズデータを生成し、各ペアに関する該テストシリーズデータは、G P S データに基づき計算された前記車両ペアの車両間の第 1 の車間距離と、前記車両ペアの各車両における I N S センサに基づき別個に計算された第 2 の車間距離との間の差を包含し、

20

どのテストシリーズデータがエラーを示す閾値よりも大きい値を有するかを識別し、

エラーが示された場合には、各車両において生成されたテストシリーズデータを比較することにより、多数の車両の内のいずれの車両においてエラーが発生しているかを求めることを特徴とする、特定の車両におけるエラー検出方法。

【請求項 4】

特定の車両が特定の衛星に関連して生成される全てのテストシリーズにおいてエラーを有し、複数の他の車両が前記特定の衛星に関連する前記特定の車両に関するテストシリーズにおいてのみエラーを示す場合には、前記特定の車両におけるエラーを検出する、請求項 3 記載の方法。

30

【請求項 5】

適当な期間待機し、

前記特定の車両においてエラーが依然として存在するか否かを求め、

前記適当な期間の経過後に前記エラーが依然として存在する場合には、該エラーを受信器エラーとして識別する、請求項 4 記載の方法。

【請求項 6】

前記適当な期間の間にエラーの大きさが変化するか、エラーはもはや存在しない場合には、該エラーを G P S マルチパスエラーとして識別する、請求項 5 記載の方法。

40

【請求項 7】

エラーの大きさを前記特定の車両の位置における G P S マルチパスのレベルとして識別し、

エラーが検出された時点における衛星コンステレーションを取得し、

G P S マルチパスレベルを前記車両の位置及び前記衛星コンステレーションと関連づける、請求項 6 記載の方法。

【請求項 8】

衛星コンステレーションの全体の範囲に関する近辺内の各地点における G P S マルチパスレベルのマッピング方法において、

a) 衛星コンステレーションに関する前記近辺内の特定の地点における G P S マルチパ

50

スエラーを複数の移動するGPS受信器の使用により検出し、

b) 前記マルチパスエラーを前記特定の地点及び前記衛星コンステレーションに関するGPSマルチパスレベルとして記録し、

c) 衛星コンステレーションの全体の範囲を捕捉するために、前記近辺内の他の全ての地点に関して、異なる時点に前記ステップa) 及びb) を繰り返す、
ことを特徴とする、衛星コンステレーションの全体の範囲に関する近辺内の各地点におけるGPSマルチパスレベルのマッピング方法。

【請求項9】

前記複数の移動するGPS受信器はそれぞれ、同一のGPS衛星から信号を取得する前記移動する受信器の各ペアに関してテストシリーズデータを生成し、各ペアに関する該テストシリーズデータは、GPSデータに基づき計算された前記ペアのGPS受信器間の第1の車間距離と、前記ペアそれぞれにおけるINSセンサに基づき別個に計算された第2の車間距離との間の差を包含する、請求項8記載の方法。

【請求項10】

移動する車両に関するGPS測定の完全性を検査するために車両内に設けられているシステムにおいて、

該システムは

GPS信号を受信し、第1の車両のGPS疑似レンジを求める手段と、

前記第1の車両の近辺内の第2の車両と通信する手段と、

前記第1の車両と前記第2の車両との間の第1の車間距離を、前記第1の車両の疑似レンジ及び前記第2の車両から伝達されたGPS測定に基づき求めるプロセッサと、

慣性センサを包含するINSシステムとを有し、該INSシステムにより前記第1の車両の相対的な運動をプロセッサが求めるための情報が提供され、

前記プロセッサは前記第1の車両の相対的な運動及び前記第2の車両から伝達された該第2の車両の相対的な運動に基づき第2の車間距離を求め、前記第1の車間距離と前記第2の車間距離とを比較し、前記GPS測定の完全性は前記第1の車間距離と前記第2の車間距離とが実質的に等しいか否かに依存して求められることを特徴とする、移動する車両に関するGPS測定の完全性を検査するために車両内に設けられているシステム。

【請求項11】

第2の車両と通信する前記手段は無線通信装置を包含する、請求項10記載のシステム。

【請求項12】

前記近辺は前記第1の車両の半径10キロメートル以内の領域を含む、請求項11記載のシステム。

【請求項13】

衛星コンステレーションの全体の範囲に関する近辺内の各地点におけるGPSマルチパスレベルのマッピングシステムにおいて、

該システムは、

中央情報保存部と、

特定の衛星コンステレーションに関する前記近辺内の特定の地点におけるGPSマルチパスエラーを検出する手段を包含する複数の移動するGPS受信器とを有し、

前記GPSマルチパスエラーは前記特定の地点及び衛星コンステレーションに関するGPSマルチパスレベルとして前記中央情報保存部に記録され、

前記マルチパスエラーの検出は、衛星コンステレーションの全体の範囲を捕捉するために、前記近辺内の他の全ての地点に関して、異なる時点に繰り返され、前記マルチパスエラーは前記中央情報保存部に記憶されることを特徴とする、衛星コンステレーションの全体の範囲に関する近辺内の各地点におけるGPSマルチパスレベルのマッピングシステム。

【請求項14】

前記中央情報保存部は無線データ信号を受信する手段を包含し、前記複数の移動するGPS受信器にはデータ信号としてのGPSマルチパスエラーを前記中央情報保存部へと無

10

20

30

40

50

線形式で伝送する手段が装備されている、請求項 1 3 記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、移動する車両に関する G P S 測定の完全性の検査方法及び所定の近辺内の多数の車両間での G P S データの通信による特定の車両におけるエラー検出方法及び衛星コンステレーションの全体の範囲に関する近辺内の各地点における G P S マルチパスレベルのマッピング方法に関する。さらに本発明は、移動する車両に関する G P S 測定の完全性を検査するために車両内に設けられているシステム並びに衛星コンステレーションの全体の範囲に関する近辺内の各地点における G P S マルチパスレベルのマッピングシステムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

一般的に、相対 G P S (DGPS、differential GPS) におけるエラー、例えばクロックエラーの最も系統的なソースは、慣例の技術を使用することにより大部分を相殺又は補正することができる。しかしながら、一般に容易には相殺又は補正できないエラーの 2 つのソースは受信器エラー及びマルチパス干渉により惹起されるエラーである。受信器エラーは典型的には、特定の G P S 衛星に合わせられた受信器の構成要素における誤動作により発生し、また受信器の位置との相関は僅かではない。これに対してマルチパス干渉、すなわち単一のソースからの信号が異なる長さのパスのために僅かに異なる時間で受信器に到着することによって惹起される干渉は、その受信器の近辺における反射性の表面の幾何学に直接的に依存する。

20

【0003】

より正確には、マルチパス干渉は受信アンテナの位置、反射性の対象及び衛星幾何学に依存する。したがってマルチパス干渉が時間にわたって変化する、3 つの特有の状況が存在する。衛星の移動により (受信器と衛星との間の) 視線ベクトルは緩慢、円滑且つ予測可能に変化する。結果として生じたマルチパスは、低周波数であり、緩慢に変化し且つ「円滑」であることを表す衛星の移動と相関する。反射体を 2 つのクラス、すなわち (近くの車両のような) 移動する反射体及び (地表及び近くの建物のような) 固定の反射体に区分的ことができる。移動する対象からのマルチパス干渉は性質的に高周波数の傾向にあり、アンテナ位置との相関関係は弱いものであるが、これに対し固定の対象によって惹起されるマルチパス干渉のアンテナ (及び衛星) の位置との相関関係は非常に強い。さらに、アンテナが移動する車両に設けられている場合には、自動車自体の運動が速度及び方向の点で大きく変化する。短い距離にわたってさえもこれらの条件は変動するため、一般的に数メートルよりも長いベースラインに関するマルチパスエラーの相関は僅かにしか存在しない。

30

【0004】

したがってマルチパス干渉は相対 G P S の達成可能な精度を非常に制限する。建物 (潜在的な反射体) の密度が高い都市地区においては、マルチパスの存在しない条件では約 1 ~ 2 m である相対 G P S の精度はすぐに 10 m にまで品質が落ちる可能性がある。これにより、高い精度及び完全性が要求される用途には相対 G P S は適したものではなく、殊に安全性に関連する用途に相対 G P S を使用することを禁止する。

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の課題は、G P S の精度及び完全性を改善するための方法並びにこれらの方法を実施するために相応に構成されたシステムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この課題は移動する車両に関する G P S 測定の完全性の検査方法に関しては、移動する

50

第1の車両と第2の車両との間の第1の車間距離を2つの車両において得られたGPS測定に基づき求め、第1の車両及び第2の車両におけるINSセンサの使用により得られた第1の車両及び第2の車両の相対的な運動に基づき第2の車間距離を別個に求め、第1の車間距離と第2の車間距離とを比較し、第1の車間距離と第2の車間距離が実質的に等しいか否かに依存してGPS測定の完全性を確認することによって解決される。

【0007】

さらにこの課題は所定の近辺内の多数の車両間でのGPSデータの通信による特定の車両におけるエラー検出方法に関しては、1つの衛星からGPS信号を受信する各車両ペアについて、各車両においてテストシリーズデータを生成し、各ペアに関するテストシリーズデータは、GPSデータに基づき計算された車両ペアの車両間の第1の車間距離と、車両ペアの各車両におけるINSセンサに基づき別個に計算された第2の車間距離との間の差を包含し、どのテストシリーズデータがエラーを示す閾値よりも大きい値を有するかを識別し、エラーが示された場合には、各車両において生成されたテストシリーズデータを比較することにより、多数の車両の内のいずれの車両においてエラーが発生しているかを求めることにより解決される。

10

【0008】

またこの課題は衛星コンステレーションの全体の範囲に関する近辺内の各地点におけるGPSマルチパスレベルのマッピング方法に関しては、a)衛星コンステレーションに関する近辺内の特定の地点におけるGPSマルチパスエラーを複数の移動するGPS受信器の使用により検出し、b)マルチパスエラーを特定の地点及び衛星コンステレーションに関するGPSマルチパスレベルとして記録し、c)衛星コンステレーションの全体の範囲を捕捉するために、近辺内の他の全ての地点に関して、異なる時点にステップa)及びb)を繰り返すことによって解決される。

20

【0009】

システムにおける課題は移動する車両に関するGPS測定の完全性を検査するために車両内に設けられているシステムに関しては、システムがGPS信号を受信し、第1の車両のGPS疑似レンジを求める手段と、第1の車両の近辺内の第2の車両と通信する手段と、第1の車両と第2の車両との間の第1の車間距離を、第1の車両の疑似レンジ及び第2の車両から伝達されたGPS測定に基づき求めるプロセッサと、慣性センサを包含するINSシステムとを有し、INSシステムにより第1の車両の相対的な運動をプロセッサが求めるための情報が提供され、プロセッサが第1の車両の相対的な運動及び第2の車両から伝達された第2の車両の相対的な運動に基づき第2の車間距離を求め、第1の車間距離と第2の車間距離とを比較し、GPS測定の完全性は第1の車間距離と第2の車間距離とが実質的に等しいか否かに依存して求められることによって解決される。

30

【0010】

さらにこの課題は衛星コンステレーションの全体の範囲に関する近辺内の各地点におけるGPSマルチパスレベルのマッピングシステムに関しては、システムが中央情報保存部と、特定の衛星コンステレーションに関する近辺内の特定の地点におけるGPSマルチパスエラーを検出する手段を包含する複数の移動するGPS受信器とを有し、GPSマルチパスエラーは特定の地点及び衛星コンステレーションに関するGPSマルチパスレベルとして中央情報保存部に記録され、マルチパスエラーの検出は、衛星コンステレーションの全体の範囲を捕捉するために、近辺内の他の全ての地点に関して、異なる時点に繰り返され、マルチパスエラーは中央保存部に記憶されることによって解決される。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

本発明の1つの観点によれば、移動する車両に関するGPS測定の完全性を検査するための方法が提供される。この方法によれば、第1の車両と第2の車両との間の第1の車間距離がこれらの両方の車両において得られるGPS測定に基づき求められ、第2の車間距離が両方の車両におけるINSセンサの使用により得られる第1の車両の相対的な運動及び第2の車両の相対的な運動に基づき別個に求められ、第1の車間距離と第2の車間距離

50

とが比較される。GPS測定の完全性は第1の車間距離と第2の車間距離とがほぼ等しいか否かについて検査される。

【0012】

別の観点によれば、本発明は所定の近辺内の多数の車両の間でGPSデータを通信することにより特定の車両におけるエラーを検出する方法を提供する。この方法では同一の衛星からGPS信号を受信する各車両ペアに関して各車両においてテストシリーズデータを生成し、各ペアに関するテストシリーズデータは、GPSデータに基づき計算された車両ペアの車両間の第1の車間距離と、車両ペアの各車両におけるINSセンサに基づき別個に計算された第2の車間距離との差を包含する。エラーを示す閾値よりも大きい値を有するテストシリーズが識別される。エラーが示された場合には、各車両において生成されたテストシリーズデータを比較することによって、多数の車両のうちのいずれの車両においてエラーが生じているかが求められる。

10

【0013】

別の観点においては、衛星コンステレーション(constellation)の全体の範囲に関する近辺内の各地点におけるGPSマルチパスレベルをマッピングする方法が提供される。GPSマルチパスエラーは、移動(ローブ)している複数のGPS受信器を使用することにより、特定の衛星コンステレーションに関する近辺内の所定の地点において検出される。マルチパスエラーは特定の地点及び衛星コンステレーションのGPSマルチパスレベルとして記録される。このプロセスは衛星コンステレーションの全範囲を捕捉するために、近辺内の他の全ての点に関して、異なる時点に繰り返される。

20

【0014】

また本発明は移動する車両に関するGPS測定の完全性を検査するための車両システムを提供する。車両システムは、GPS信号を受信して、第1の車両に関するGPS擬似レンジを求める手段と、第1の車両の近辺内の第2の車両と通信する手段と、第1の車両と第2の車両との間の第1の車間距離を第1の車両の擬似レンジ及び第2の車両から伝達されたGPS測定に基づき求めるプロセッサと、慣性センサを包含するINSシステムとを有し、このINSシステムにより第1の車両の相対的な運動をプロセッサが求めるための情報が提供される。プロセッサは第1の車両の相対的な運動及び第2の車両から伝達された第2の車両の相対的な運動に基づき第2の車間距離を求め、第1の車間距離と第2の車間距離を比較し、GPS測定の完全性を第1の車間距離と第2の車間距離がほぼ等しいか否かについて検査する。

30

【0015】

別の観点においては、本発明は衛星コンステレーションの全範囲に関する近辺内の各地点におけるGPSマルチパスレベルをマッピングするためのシステムを提供する。このシステムは中央情報保存部及び移動している複数のGPS受信器を包含し、このGPS受信器は特定の衛星コンステレーションに関する近辺内の所定の地点におけるGPSマルチパスエラーを検出する手段を包含する。マルチパスは特定の地点及び衛星コンステレーションのGPSマルチパスレベルとして中央情報保存部に記録され、マルチパスエラーの検出は衛星コンステレーションの全範囲を捕捉するために、近辺内の他の全ての地点に関して、異なる時点において繰り返され、これらのマルチパスエラーはマルチパスレベルとして中央情報保存部に記憶される。

40

【実施例】

【0016】

本発明によれば、車両内ナビゲーションシステム及び車両間データ通信は受信器エラーを補正するため、またマルチパス干渉(以下では「マルチパス」と称する)を検出するために使用される。同一の近辺内の車両の各ペアに関して比較データのテストシリーズが生成される。

【0017】

図1は本発明による、同一の近辺におけるGPSを使用できる車両のペアに関してデータのテストシリーズを生成するための例示的な方法のフローチャートを示す。一般的に、

50

相互に 1 ～ 2 キロメートル以内に存在する車両は同一の近辺に存在するとみなされる。初期ステップ 100 では、各車両が同一の GPS 衛星から疑似レンジ測定 d_1 、 d_2 を受け取る。ステップ 110 では、これらの疑似レンジ測定が双方向通信又は他の適切な無線通信システムの使用により各車両から別の車両へと通信される。ステップ 115 では、各車両が測定した差 Δd_1 ($= d_1 - d_2$) を計算する。各車両と GPS 衛星との間の距離は車両間の距離 (「車間距離」) よりも遥かに長いので、測定された値の間のベースライン差 Δd_1 は衛星までの視線ベクトルに投影される車両間の距離ベクトルと等しい。したがって、差 Δd_1 は車間距離の尺度として使用される。

【0018】

さらには、それぞれの車両における受信器に到来する GPS 信号はほぼ等しい雰囲気条件を通過し、位置推算表エラーは 2 つの信号測定において同一の作用を有するので、差分測定 Δd_1 におけるエラーのソースはマルチパス、受信器エラー及びクロックエラーだけである。クロックエラーはシングルディファレンス (single difference) 法を使用することにより除去できるので、マルチパスエラー及び受信器エラーのみが、容易には補正できない車間距離測定をひずませるエラーのソースである。

【0019】

各車両は移動するので、ステップ 120 では Δd_1 の値も変化する。各車両は慣性航法システム (INS) における独立したモーションセンサのセットを装備することができる。これらのセンサは車輪速度センサ、及びジャイロスコープ及びアクセルメータのような慣性センサ (集合的に以下では INS センサと称する) を含むことができ、これらのセンサによって地点間の車両の相対的な動きを求めることができる。一般に相対的な動きを求めるための INS における慣性センサの使用は、共同譲渡された同時係属出願中の出願番号 10/308,730、発明の名称「INS-based User Orientation and Navigation」により詳細に記述されている。ステップ 125 では、各車両が INS センサ及び最初のベースライン差 Δd_1 を使用して新たな車間距離 (d_{INS}) を計算する。これと同時に又はこの直後に、ステップ 130 では GPS 測定値の新たなセットが得られ、新たな車間距離 d_2 が計算される。ステップ 135 では、INS を基礎とする距離 d_{INS} と GPS を基礎とする差 Δd_2 との差 (T) が計算される。短い期間にわたり、 d_{INS} に関する値と d_2 に関する値は相互に近づき、 T ($= d_{INS} - d_2$) の値は 0 に近づく。

【0020】

両方の車両は移動するのでステップ 120 から 135 は複数回繰り返され、「テストシリーズ」と称される一連の比較データ地点が時間にわたり収集され、またプロットされる。エラーの無い状況では、テストシリーズはほぼ 1 メートルの僅かな標準的な偏差を有する偏りのないノイズとして現れなければならない。ステップ 140 において、テストシリーズが Δd_1 メートルの所定の閾値よりも大きい系統的な偏りを示す場合には、ステップ 150 においてエラーが存在すると判定される。この場合エラーは 3 つのソースに由来する可能性がある。すなわち、車両の内の一方における受信器エラー、車両の一方又は両方におけるマルチパスエラー及び車両の内の一方における INS エラーである (両方の車両における同時的な受信器 / センサのエラーの可能性は非常に小さいものとみなされる)。特定の衛星に合わせられている受信器におけるエラーは、各可視 GPS 衛星に関して上述したプロセスを繰り返すことによって、マルチパスエラー及び INS エラーと区別することができる。このプロセスはエラー状態にある特定の衛星 / 受信器リンクを分離させる。例えば車両の内の 1 つの受信器が衛星 1 に関してエラー状態にあるのに対し、衛星 2 に関して受信器は適切に機能することを表すが、車両ペアのいずれにおいてエラーが生じているかは表されない。2 つのタイプのエラー及びエラーが生じている車両を正確に識別することは既に提供されている GPS データ及び INS データを使用する仮説検査を用いることにより達成することができる。択一的に、そのような識別を同一近辺内の複数の車両間で GPS データを共有することにより達成することができる。ここで「複数」とは 2 よりも多い車両数を指す。

【0021】

10

20

30

40

50

図 2 は、4 つの車両 1、2、3、4 が 3 つの異なる GPS 衛星 S 1、S 2、S 3 に関して GPS 通信データを共有するという例示的なシナリオにおいて、テストシリーズデータを使用することにより特定の車両における受信器エラーを識別するための方法を概略的に示している。図示されているように、車両 1 は各衛星について、通信する他の各車両に関するテストシリーズを得る。第 1 の衛星 S 1 に関しては、車両 1 は上述したようにしてテストシリーズ T 1 / 2 (S 1) を得る。ここで 1 / 2 はテストシリーズが車両 1 と車両 2 とを比較することを表し、(S 1) はテストシリーズが衛星 S 1 からの GPS 測定に関して得られたことを表す。同様に、車両 1 はテストシリーズ T 1 / 3 (S 1) 及び T 1 / 4 (S 1) も得る。これらのテストシリーズはそれぞれ車両 3 並びに車両 4 との比較である。テストシリーズは関連する GPS 衛星に応じて分類されて示されている。テストシリーズは衛星 S 2 及び S 3 に関するものも得られる。他の各車両も相応のテストシリーズを得る。例えば衛星 S 1、S 2 及び S 3 に関して、車両 2 はテストシリーズ 2 / 1、2 / 3 及び 2 / 4 を得て、車両 3 はテストシリーズ 3 / 1、3 / 2 及び 3 / 4 を得て、車両 4 はテストシリーズ 4 / 1、4 / 2 及び 4 / 3 を得る。一般的に、車両番号 “ n ” に関するテストシリーズ T “ n ” / “ m ” (S “ r ”) はテストシリーズ T “ m ” / “ n ” (S “ r ”) と等価的であることを言及しておく。ここで n、m 及び r は整数である。

10

【 0 0 2 2 】

受信器エラーを求めるための方法を説明するために、衛星 S 1 に合わせられている車両 1 における受信器が系統的なエラーを有するものと仮定する。したがって、車両 1 及び衛星 S 1 に関連する全てのテストシリーズはエラーを表す閾値レベルを超えた系統的な偏りを示す。これらの系統的な偏りを示すテストシリーズはそれぞれ図 2 においてハッチングされて表されている。通信している車両が 2 つ以上存在するので、テストシリーズの分析により、衛星 S 1 について車両 1 と関連する全てのテストシリーズがエラー状態にあるのに対し、車両 1 と関連のないテストシリーズ、すなわち T 2 / 3 (S 1)、T 2 / 4 (S 1)、T 3 / 4 (S 1) はいずれもエラーを示さないことが証明される。このことからエラーのソースが車両 1 に存在し、その他の車両には存在しないことを演繹できる。しかしながら車両 1 が衛星 1 に関するマルチパスの影響を受けているのか、またはより一般的に受信器エラーの影響を受けているのかを区別するためにより多くの情報が必要とされる。テストシリーズの値がエラーの確定後のある時間（例えば数秒）の間に突然変化する場合 30 には、エラーはマルチパスによって惹起されており、車両 1 は建物又は他の反射性の対象の近くを通過している可能性があることを演繹できる。

20

30

【 0 0 2 3 】

図 3 は、図 2 に示したものと同一の車両と衛星の組合せについてのテストシリーズデータを使用して特定の車両における INS エラーを識別するための方法を示す。図示されているように、車両 1 がエラーを有する。INS エラーは車両の運動パラメータを検出するセンサの内の 1 つ又は複数のセンサにおける誤動作によって惹起される可能性がある。このエラーにより車両 1 の相対的な運動の全ての推定は基準から外れることになり、したがって車両 1 に関するテストシリーズは、車両 1 の相対的な運動が車両 1 から特定の衛星までの視線ベクトルに直交する場合には系統的なエラー（ハッチングによって示されている）を示す。後者の場合にはその衛星に関するテストシリーズにおけるエラーは検出されない。車両 1 の運動が全ての衛星までの視線ベクトルと完全には直交しない一般的な場合には、この状況は受信器エラーを表す図 2 に示されたシナリオとは異なるものであり、この状況においては衛星 S 1 に関するテストシリーズのみではなく、3 つ全ての衛星 S 1、S 2 及び S 3 に関するテストシリーズがエラーを示している。このようにして、INS エラーを容易に受信器エラー及びマルチパスエラーと区別することができる。

40

【 0 0 2 4 】

上述したようなエラーの検出及び識別に関する方法は、関連する車両の数が多くまたエラーの数が少ない場合に最も信頼性が高い。誤測定の数がその時点の測定の数のかなりの比率に達するとこれらの方法は良好に機能しない。しかしながら車両相互通信に関するベースラインの限界を 10 キロメートルまで拡張することにより、たとえ精度のレベルが多

50

少下がったとしても、テストシリーズに関してサンプリングされる車両の数を増加させることができる。この大きさの領域内では良好でエラーの無い条件を有する車両の制御グループを発見することが一般的に可能である。この制御グループを基準としてその領域内の他の車両によって使用することができる。最適な性能を維持するために、例えば制御グループ内の幾つかの車両が例えば広範囲なマルチパスの領域のようなより劣悪な状況に直面し、別の車両がより良好な領域に進入するような場合には、基準グループを動的に変更することができる。

【0025】

上述したエラー分離技術を本発明によるマルチパス補正のための方法に使用することもできる。マルチパスは受信アンテナの位置、すなわち受信車両の位置及び衛星位置に依存すると見なすことができる：

$$\text{マルチパス} = M(l_{vh}, l_{sat1}, \dots, l_{satn})$$

ここで l_{vh} 及び $l_{sat1}, \dots, l_{satn}$ は車両の位置及び衛星 $S1$ から $S(n)$ の位置をそれぞれ表す。図4はマルチパスがGPS測定に影響を及ぼす走行状況の一例を示す。図示された領域10は大凡200m×200mの領域であり、車両1、2、3及び4及び建物20を包含する。車両1が右方向に建物20を通過する時に、この車両1は建物20に隣接する領域30に進入し、この領域30内ではGPS信号は反射によって妨害され、マルチパスの影響を受ける。しかしながら衛星1のみが影響を受ける方位角及び仰角にあり、他の衛星からの受信はマルチパスの縮退の影響を受けない。建物が方形であり且つ平坦な表面を有する場合には、車両1が領域30に入る時と、この領域30から出る時のマルチパスにおける差を検出できるようになる。

【0026】

図5A及び図5Bは、車両によって取得されるテストシリーズにおける、図4に示した領域30に入る直前の時点(図5A)及びその領域30内に存在する間の時点(図5B)の2つの時点の間の例示的な差を示す。図5Aには車両1及び衛星S1に関する各テストシリーズはほぼ0m(又は受信器ノイズ)のレベルを示す。図5Bに示されているように、車両1が領域30に進入すると、車両1及び衛星1に関するテストシリーズは例えば10mにジャンプする。車両が領域30を通過すると、テストシリーズの示すレベルは再び0に戻る(図示せず)。上述したように、マルチパスは車両位置及び衛星位置に依存するので、S1の座標が車両1の領域30への進入時に既知であり、且つ比較的小さい領域30の地理的な座標も既知である場合には、10mのテストシリーズの測定値はこれら2つの位置についてのマルチパスのレベルを示す。

【0027】

重要なことには、この検出されたマルチパスレベルを近辺における他の車両2、3、4に伝達することができる。他の車両は、S1の位置がほぼ同じ位置に留まっている場合(すなわち最初の測定値の取得から僅かな時間しか過ぎていない場合)にこれら他の車両が同じ位置を通過するならば、マルチパスレベルを補正するためにこの情報を使用することができる。このことは、テストシリーズがジャンプする領域30内において行われたGPS測定から、例示した場合では10mを加算又は減算するように、単純な加算又は減算によって行うことができる。マルチパス測定値に関してさらなる信頼性を提供するために、領域30を通過する他の車両に関するテストシリーズを初期測定値の確認に使用することができる。

【0028】

マルチパスを検出及び補正するプロセスを、衛星コンステレーションの範囲に関する所定の領域内のマルチパスの完全なモデリング又はマッピングへと拡張することができる。建物に隣接する領域におけるマルチパスの変化の例が図6Aから6Dに示されている。図6Aに示されているように、時点 t_1 においては、衛星S1及び建物Bの配置により、建物Bに隣接してマルチパス領域MS1aが形成される。GPS受信器を包含する固定の対象40は領域MS1a内にあり、その時点におけるマルチパスのレベルを検出し記録することができる。図6Bに示されているように、その後の時点 t_2 においては、衛星S1へ

10

20

30

40

50

の視線は移動しており、マルチパスの領域はMS1aからMS1bに変化している。対象40はMS1b内に存在するので、この対象40は時点 t_1 において検出されたレベルと等しい又は等しくないマルチパスのレベルを検出して記録する。図6Cに示されているように、時点 t_3 においては、衛星S1への視線は再び移動しており、また衛星S2がこの領域において衛星S2の信号を検出できる位置へと移っている。衛星S1の新しい位置においてはマルチパスに関する領域MS1cが移動しているので、対象40はもはや衛星S1に関するマルチパス受信による影響を受けることはない。しかしながらここで対象40は衛星S2に関するマルチパス領域MS2a内に存在する。したがって、衛星S2に関するマルチパスを反映する、対象40によって検出されて記録されたマルチパスのレベルは、時点 t_3 における可視の衛星S1、S2の全体のコンステレーションに関する衛星の位置における全マルチパスを実際に記録する。時点 t_4 における可視のコンステレーションを示している図6DにおいてはS1が可視領域から離れており、領域MS2b内の対象40は衛星S2に関する新たなマルチパスレベルを検出して記録する。

10

【0029】

各時点において記録された各マルチパスレベルはさらなる使用のために記録されて、記憶される。実際のところGPS受信器は移動する（ローピングする）車両であるので、マルチパスレベルを記録する位置は固定されておらず、それにもかかわらずマルチパスレベルは時間にわたり変化する。このようにしてマルチパスレベルは異なる時点において、また異なる地表位置において記録されているので、適切なサンプリング周期にわたりマルチパス情報を蓄積することが可能となり、これらの蓄積されたマルチパス情報は考えられる全ての衛星コンステレーションに関して建物Bの特定の近辺におけるマルチパスレベルを表す。同様に、1つの領域のマルチパス「マップ」を蓄積するために単一の建物の近辺を超えて地理的にこのプロセスを拡張することができる。このことは膨大なデータ量の記憶を必要とし、したがって集中型のインフラストラクチャをデータ保存部として使用することができる。集中型のインフラストラクチャを、この情報が無線でブロードバンドにブロードキャストされるために装備することができ、各車両はそれぞれが走行する領域におけるマルチパスを補正するために、必要に応じてこの情報の一部を得る。このようにして、マッピングされた領域の近辺におけるマルチパスを全てのコンステレーションに関して補正することができ、これによって各車両について仮想的にマルチパスをなくすることができる。建物の周りの領域をマルチパスエラーの発生しない「良好な」領域と見なすことができるので、全体のGPSナビゲーションシステムは他のエラーに対してより頑強になり、また建物の近辺における車両を基準グループとして使用することができる。付加的に各車両は、頻繁に使用する道路（例えば通勤に使用する道路）及びこの近辺における道路に関するデータを節約することができ、またこのような情報を有していない区域に車両が進入する場合には、局所的なマルチパスマップを得るためにこの領域について局所的な他の車両と通信することができる。

20

30

【0030】

前記の説明においては、本発明の方法及びシステムを多数の例に関連させて説明したが、これは本発明を制限するものではない。むしろ、ここに述べた方法及びシステムの原理における変更が当業者によってなされると解され、またこのようなことが予期される。またそのような修正、変更及び/又は置換は請求項に記載されている本発明の範囲に包含されることを意図している。

40

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】本発明による、単一のGPS衛星を考慮した同一の近辺におけるGPSを使用できる車両に関するデータのテストシリーズを生成させるための方法のフローチャートである。

【図2】例示的なシナリオにおいて、テストシリーズデータを使用して特定の車両における受信器エラーを識別するための方法の概略図である。

【図3】図2に示した車両と衛星の同一の配置に関するテストシリーズデータを使用して

50

、特定の車両におけるINSエラーを識別するための方法の概略図である。

【図4】マルチパスがGPS測定に影響を及ぼす例示的な運転状況の概略的なブロック図である。

【図5A】マルチパス領域に進入する直前の時点とマルチパス領域にいる間の時点との間の、車両によって得られるテストシリーズにおける差の一例を示す。

【図5B】マルチパス領域に進入する直前の時点とマルチパス領域にいる間の時点との間の、車両によって得られるテストシリーズにおける差の一例を示す。

【図6A】衛星位置の変化により変化する建物に隣接する領域におけるマルチパスのトラッキングを概略的に示す。

【図6B】衛星位置の変化により変化する建物に隣接する領域におけるマルチパスのトラッキングを概略的に示す。 10

【図6C】衛星位置の変化により変化する建物に隣接する領域におけるマルチパスのトラッキングを概略的に示す。

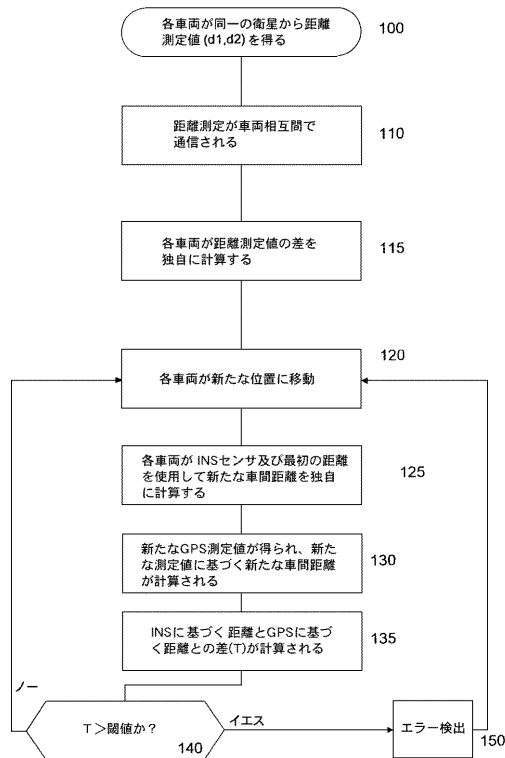
【図6D】衛星位置の変化により変化する建物に隣接する領域におけるマルチパスのトラッキングを概略的に示す。

【符号の説明】

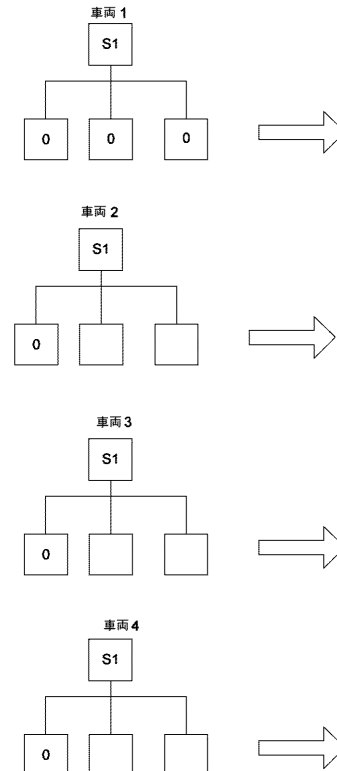
【0032】

1、2、3、4 車両、 20 建物、 40 対象

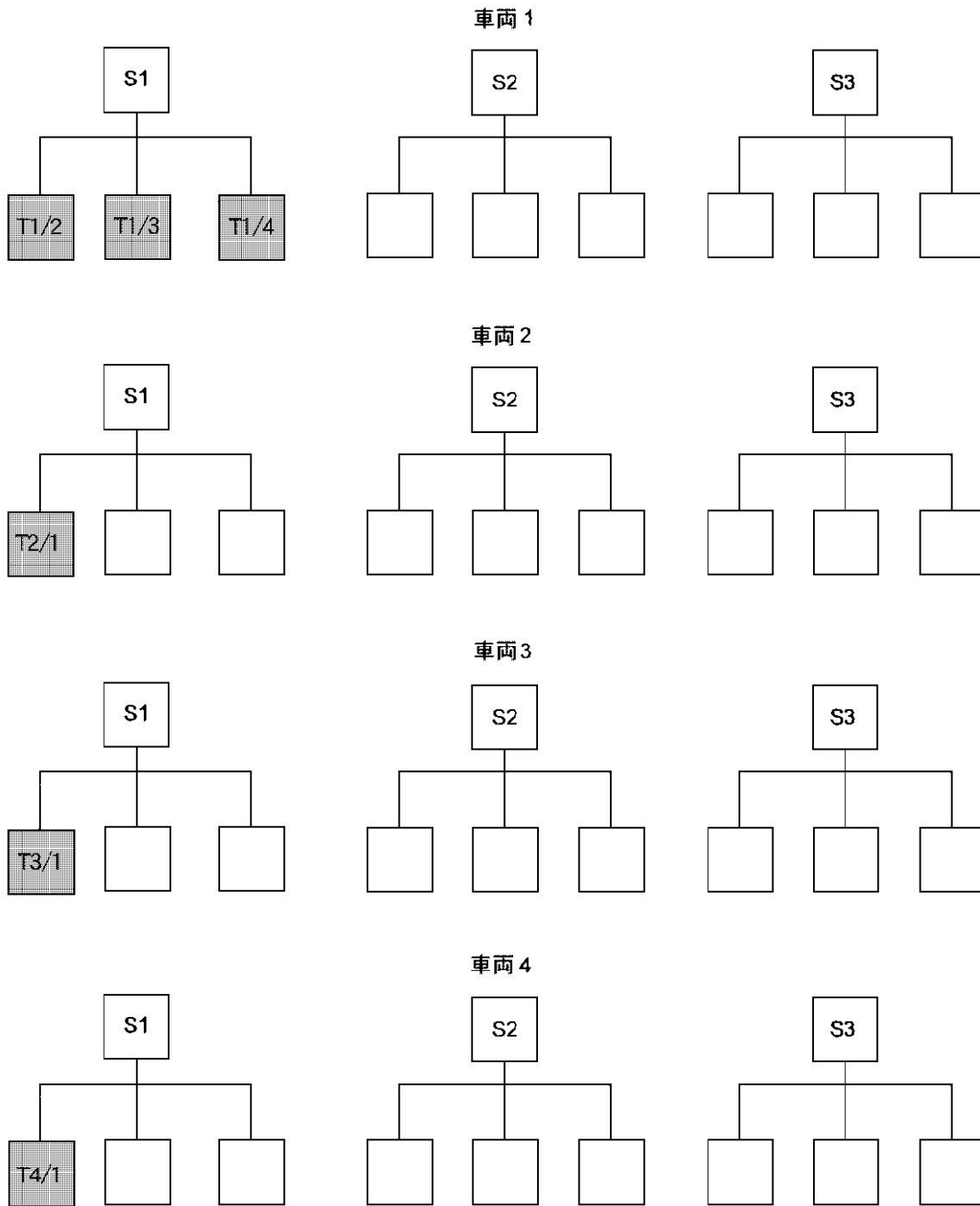
【図1】



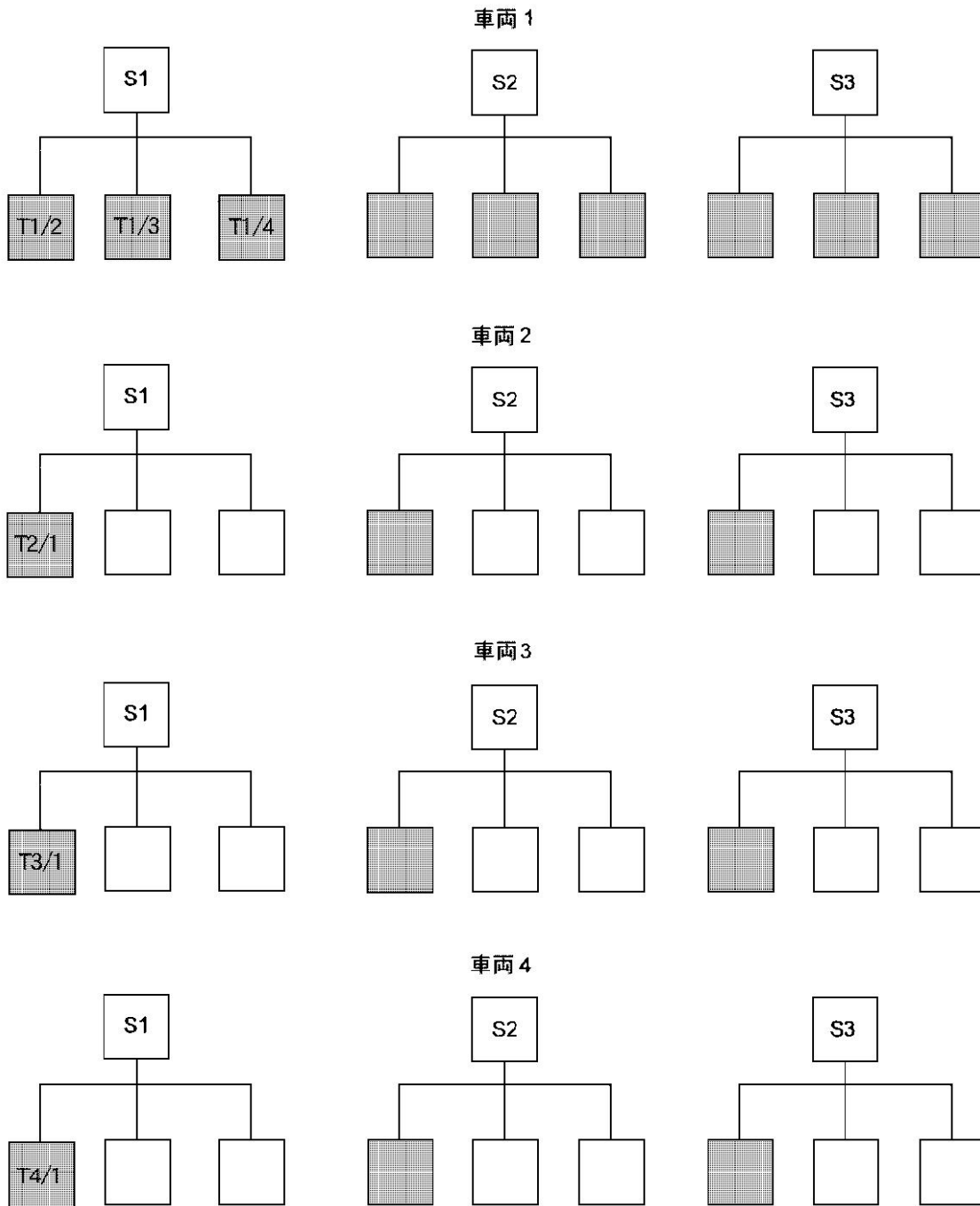
【図5A】



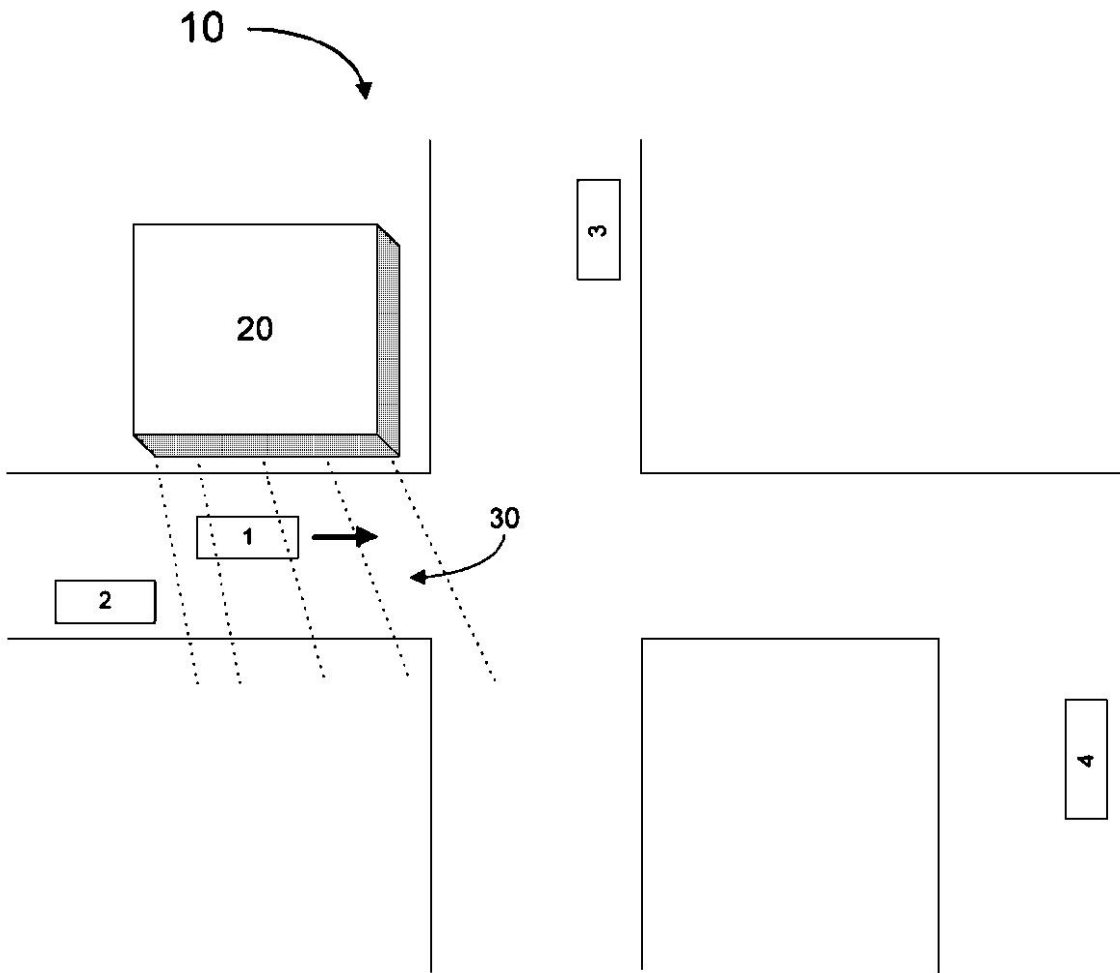
【 図 2 】



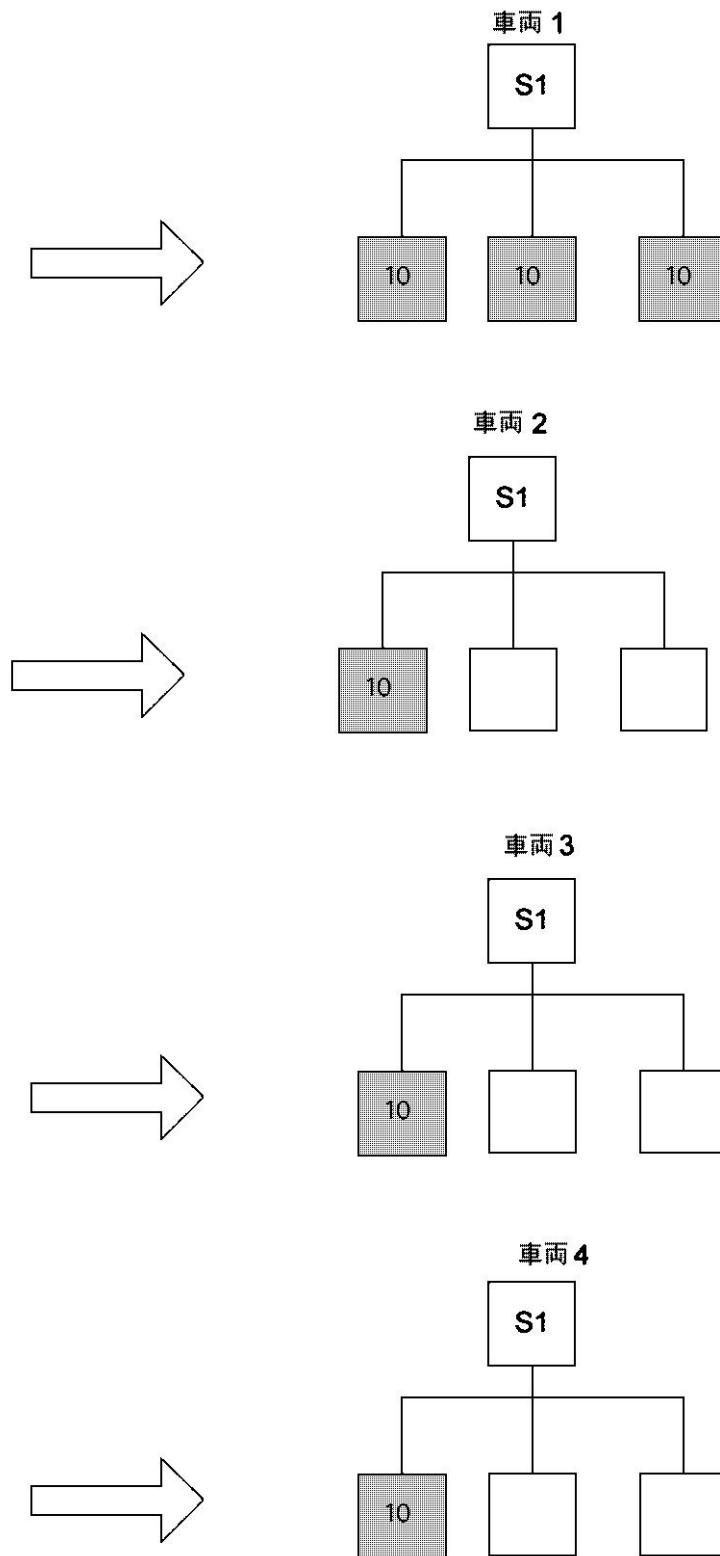
【 図 3 】



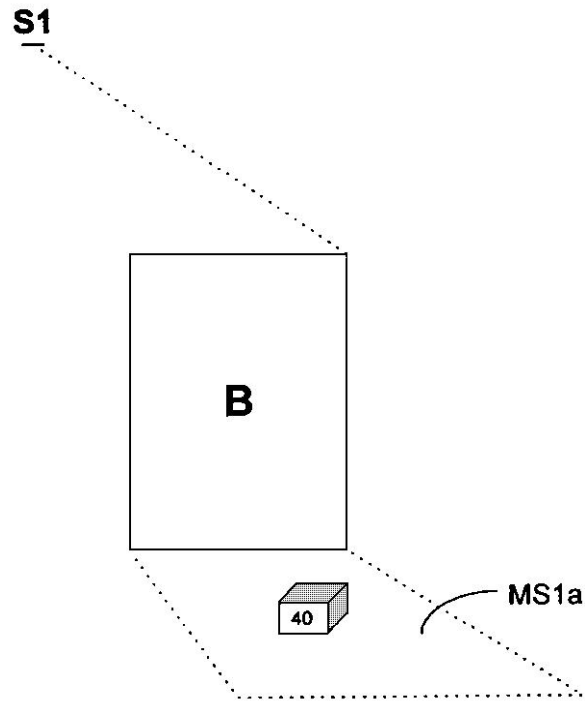
【 図 4 】



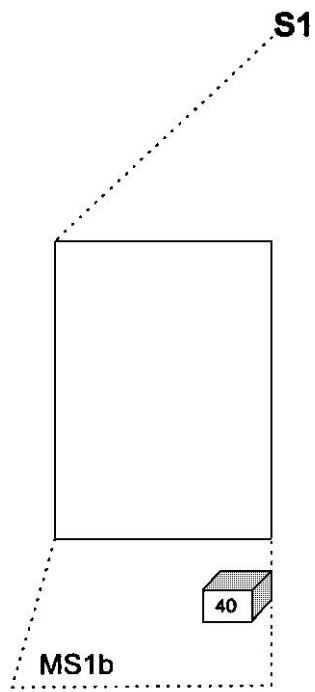
【 図 5 B 】



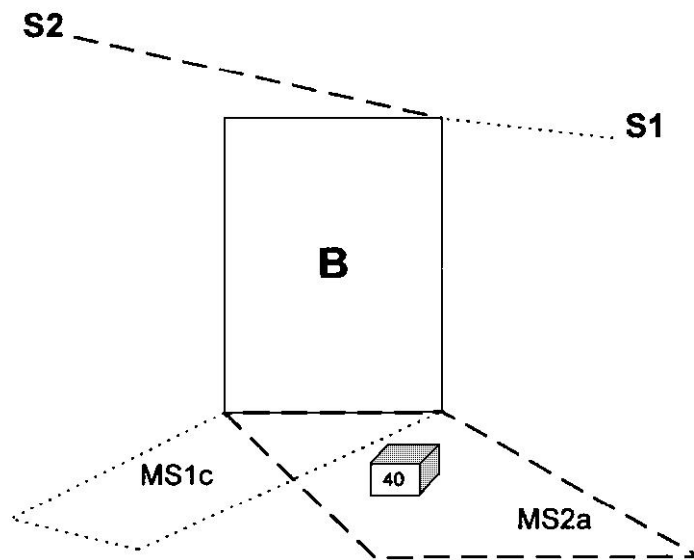
【 図 6 A 】



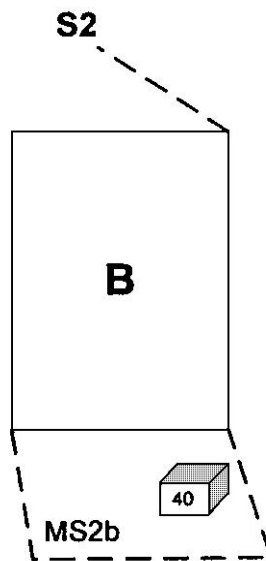
【 図 6 B 】



【 図 6 C 】



【 図 6 D 】



フロントページの続き

(72)発明者 アルネ ディートリッヒ

アメリカ合衆国 カリフォルニア マウンテン ビュー ノートル ダム ドライヴ 1 6 2 8

F ターム(参考) 5J062 AA08 AA09 BB01 CC07 DD23 EE01 FF01 FF04

(54)【発明の名称】GPS測定の完全性の検査方法及び特定の車両におけるエラー検出方法及びGPSマルチパスレベルのマッピング方法及びGPS測定の完全性を検査するために車両内に設けられているシステム及びGPSマルチパスレベルのマッピングシステム