

明 細 書

発明の名称：車載器、及びスプーフィング検知方法

技術分野

[0001] 本発明は、GNSS (Global Navigation Satellite System) を利用した車載器に関する。

背景技術

[0002] 人工衛星が発信する信号を用いて地球上の車両等の位置を推定する衛星測位システムが用いられている。そのような技術として、GPS (Global Positioning System)、GLONASS、ガリレオシステム等のGNSS (Global Navigation Satellite System) が知られている。

[0003] 衛星測位システムを用いる事により、例えば、有料道路として設定された領域内を走行する車両に対して、人工衛星による車両位置の測位結果に基づいて課金処理を行うことができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特表2008-510138号公報

特許文献2：シンガポール特許出願公開第171571号

発明の概要

[0005] 衛星測位システムにおいて、人工衛星が発信する測位用の信号を偽装することによって、推定位置を現実の位置と異なる位置に誤認させるスプーフィングと呼ばれる技術が知られている。有料道路における車両の課金処理などを正当に行うために、スプーフィングの検知を可能とする技術が望まれる。特許文献1、2は、スプーフィングに対処するための技術の例である。

[0006] 本発明の一側面において、車載器は、人工衛星から受信した測位信号に基づいて、車両の現在位置を示す第1位置情報を出力する測位部と、測位信号とは異なる無線信号によって、車両の現在位置を示す第2位置情報を取得し

、第1位置情報に示される位置と第2位置情報に示される位置とに基づいてスプーフィングを検知する処理部とを備える。

[0007] 本発明の一側面において、車載器のスプーフィング検知方法は、人工衛星から受信した測位信号に基づいて、車両の現在位置を示す第1位置情報を出力する工程と、測位信号とは異なる無線信号によって、車両の現在位置を示す第2位置情報を取得する工程と、第1位置情報に示される位置と第2位置情報に示される位置とに基づいてスプーフィングを検知する工程とを備える。

[0008] 本発明により、スプーフィングの検知を可能とする技術が提供される。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、衛星測位システムの構成を示す。

[図2]図2は、車載器の構成を示す。

[図3]図3は、スプーフィング検知部の構成を示す。

[図4]図4は、車載器の動作を示す。

[図5]図5は、衛星測位システムの構成を示す。

[図6]図6は、車載器の構成を示す。

[図7]図7は、基地局IDテーブルを示す。

[図8]図8は、車載器の動作を示す。

[図9]図9は、衛星測位システムの構成を示す。

[図10]図10は、車載器の構成を示す。

[図11]図11は、スプーフィング検知部の構成を示す。

[図12]図12は、車載器の動作を示す。

[図13]図13は、車載器の動作を示す。

[図14]図14は、車載器の動作を示す。

発明を実施するための形態

[0010] (第1実施形態)

以下、添付図面を参照して、本発明の実施形態を説明する。図1は、本発明の第1実施形態における衛星測位システムの構成を示す。衛星測位システ

ムにおいては、複数のGNSS衛星12（1つのみ図示）が発信する測位信号が搬送するGNSS衛星情報を用いて、車両1の位置が推定される。ユーザの車両1に、車載器2が搭載される。車載器2は、GNSS衛星情報をGNSSアンテナ6によって受信する。車載器2が備えるGNSSチップ7は、受信したGNSS衛星情報に基づいて車両1の現在位置を推定し、測位結果として出力する。車載器2は更に、GNSSチップ7から出力される測位結果を用いて課金処理等を行う計算機である処理部3を備える。

[0011] 車両1はバッテリーを備え、バッテリーから車載器2に車両電源電圧17を供給する。車両電源電圧17は、車載器2が備える電源回路4に供給される。車両1は更に、イグニッションキーがオンの方向に回されエンジンがオンされたか、オフの方向に回されエンジンがオフされたかを示すイグニッションON/OFF信号18を車載器2に出力する。イグニッションON/OFF信号18は電源回路4を経由して処理部3にイグニッションON/OFF信号19として送信される。

[0012] 処理部3は、車両1のイグニッションがオンされたことを示すイグニッションON/OFF信号19に応じて、車載器2の電源をオンすることを指令する車載器電源電圧ON/OFF信号20を電源回路4に出力する。電源回路4は、その車載器電源電圧ON/OFF信号20に応答して、車両1から供給される車両電源電圧17に基づいて、車載器電源電圧21を出力する。車載器2が備える各種回路は、その車載器電源電圧21によって駆動する。

[0013] 車載器2は更に、DSRC通信処理部11とDSRCアンテナ10を備える。車両1が走行する道路や駐車場などの路側に、路側システム16が設置される。路側システム16は、DSRCアンテナ15を備える。路側システム16とDSRC通信処理部11とは、DSRCアンテナ15とDSRCアンテナ10を介して双方向にDSRC（Dedicated Short Range Communication）を行うことが可能である。

[0014] 図2は、車載器2の構成を示す。車載器2は、GNSSアンテナ6、GNSSチップ7、DSRCアンテナ10、DSRC通信処理部11、メイン処

理部 34、及びスプーフィング検知部 31 を備える。これらのうち、メイン処理部 34、及びスプーフィング検知部 34 が、図 1 の処理部 3 に相当する。処理部 3 に含まれるこれらの各部は、CPU が実行するソフトウェアによって実現してもよいし、それぞれの機能を有する別個の装置によってハードウェア的に実現してもよい。

[0015] GNSS チップ 7 が出力する測位結果 35（第 1 位置情報）は、スプーフィング検知部 31 に入力される。一方、路側システム 16 は、DSRC アンテナ 15（路側装置）の位置を示す DSRC 位置情報（第 2 位置情報）を発信する。DSRC 通信処理部 11 は、DSRC アンテナ 10 が受信した DSRC 位置情報を、DSRC 測位結果としてスプーフィング検知部 31 に受け渡す。

[0016] スプーフィング検知部 31 は、GNSS チップ 7 が出力する測位結果 36（GNSS 測位結果）と、DSRC 測位結果とに基づいて、スプーフィングが行われたか否かの判定結果 39 を出力する。メイン処理部 34 は、GNSS チップ 7 が出力する測位結果 38 と、スプーフィング検出部 31 が出力する判定結果 39 とに基づいて、車両 1 が有料道路を走行した際の課金処理などを実行する。

[0017] 図 3 は、スプーフィング検知部 31 が備える機能ブロックを示す。本実施形態におけるスプーフィング検知部 31 は、判定部 41 と、位置情報取得部 45 とを備える。これらの機能ブロックは、車載器 2 が備えるメイン CPU が記憶装置に格納されたプログラムを読み出し、そのプログラムに記載された手順に従って動作することによって実現することができる。

[0018] 次に、図 4 を参照して、本実施形態におけるスプーフィング検知部 31 の動作について説明する。まず、車両 1 のエンジンが起動し、車載器 2 がオンとなっているとき、GNSS チップ 7 は、GNSS 衛星情報に基づいて、車両 1 の地球上での三次元的な位置を示すデータである測位結果 36、38 を出力する（ステップ C1）。位置情報取得部 45 は、DSRC 通信処理部 11 から DSRC 測位結果をほぼリアルタイムで入力する（ステップ C2）。

- [0019] 判定部41は、GNSSチップ7が出力した現在の測位結果36（GNSS測位結果）と、DSRC測位結果とを比較する（ステップC3）。判定部41は、GNSS測位結果が示す位置とDSRC測位結果が示す位置との差異（両者間の距離）と、予め設定された閾値との大小関係を判定する。この閾値としては、DSRCの路側機の通信範囲と同程度か、それより大きい距離が設定される。判定部41は、差異が閾値より小さい場合（ステップC4NO）、ステップC5の処理に進み、差異が閾値以上であった場合（ステップC4YES）、ステップC6の処理に進む。
- [0020] ステップC4においてYESの判定がなされると、判定部41は、スプーフィングの疑いがあると判定する（ステップC6）。スプーフィング疑いがあると判定された場合、現在時刻と対応づけて、スプーフィング疑いの履歴がスプーフィング候補データベース51に登録される。
- [0021] 判定部41は、スプーフィング疑いが発生した場合、過去のスプーフィング疑いの履歴をスプーフィング候補データベース51から抽出する。スプーフィング疑いが継続した期間が所定の閾値より短かった場合は（ステップC7NO）、マルチパス等による短期的な測位誤差であり、スプーフィングは行われていないと判定する（ステップC5）。スプーフィング疑いが継続した期間が所定の閾値以上であった場合は（ステップC7YES）、スプーフィングが行われたと判定する（ステップC8）。
- [0022] ステップC6～C8の処理により、マルチパス等に起因して衛星測位に基づく車両の運動経路が一時的に不自然な飛躍を示し、再び元の正しい測位結果に戻った場合に、スプーフィングが行われたと誤って判定することを避けることができる。
- [0023] 判定部41は、ステップC5において生成されたスプーフィングなし、又はステップC8において生成されたスプーフィングありを示す判定結果を出力する（ステップC9）。メイン処理部34は、GNSSチップ7が出力する測位結果38に基づいて課金処理等を実行する際に、判定結果39を考慮に入れる。例えば、スプーフィングが行われたと判定されたときは、通常の

課金処理を中止し、その判定結果 39 を示すデータを記憶装置に格納する。

[0024] 以上の処理により、スプーフィングが行われた結果、GNSS 衛星情報に基づく測位結果が通信を行っている DSR C 路側機の位置から不自然に離れていた場合に、スプーフィングを検知することができる。

[0025] 以上に説明した手段によるスプーフィング検知は、車載器 2 への実装が容易であるという利点を有する。以下に、その利点について説明する。

[0026] 衛星測位システムにおいては、専用の GNSS チップが車載器に搭載される。スプーフィング検知機能を実装するために、GNSS チップの内部に、GNSS 衛星から受信するデータを検証する機能を追加することも考えられる。しかしながら、実装の容易さの観点からは、GNSS チップに変更を加える必要が無く、GNSS チップが出力する信号を用いたスプーフィング検知を可能とする技術が望ましい。

[0027] GNSS チップが出力する信号は、NMEA (National Marine Electronics Association) などによって規格が定められている。そのような規格に定められた出力信号に基づいてスプーフィング検知を行うことができれば、どの種類のチップを採用することもでき、チップ選定の自由度が高い。

[0028] 図 4 に示したスプーフィング検知処理においては、衛星測位システムが生成するデータとして、GNSS チップ 7 が出力する車両 1 の推定位置が用いられる。このような推定位置は、どのような種類の GNSS チップ 7 でも出力することが規格に定められている。そして、各 GNSS 衛星の軌道情報などの、GNSS チップ 7 が必ずしも出力するとは限らない詳細な情報は、図 4 のスプーフィング検知においては必要とされない。そのため、図 4 に示したスプーフィング検知処理は、GNSS チップ 7 自身に変更を加えることなく実行でき、更に、GNSS チップ 7 の種類を問わずに実行することができるという利点を有する。このような利点は、以下に説明する本発明の他の実施形態も同様に有する。

[0029] (第 2 実施形態)

図5は、本発明の第2実施形態における衛星測位システムの構成を示す。

図6は、本実施形態における車載器2の構成を示す。本実施形態においては、第1実施形態の路側システム16に替えて、セルラ通信が用いられる。図1に示された衛星測位システムと比べて、本実施形態における衛星測位システムは、セルラ通信チップ9とセルラ通信アンテナ8とを備え、センタシステム14とセルラ基地局13とからなるセルラ通信網を利用する。

[0030] セルラ通信は、移動体通信の方式の一つとして一般的に用いられている方式である。以下に概略を説明する。セルラ通信においては、通信地域が多数の小さいセルに分けられ、各セルに基地局が設置される。セルのサイズは、典型的には基地局を中心とする数キロメートルから十数キロメートル程度の範囲だが、それより小さいマイクロセルに分割する方式も用いられている。各基地局の電波の出力は、その基地局が属するセルを通信範囲としてカバーする程度の大きさである。すなわち、各基地局は、他の基地局に対して、電波干渉を起こさない程度に離れて設置される。そのため、異なる基地局で同じ周波数を使い回すことが可能であり、周波数の有効利用が可能である。

[0031] セルラ通信網は、GNSSによる車両1の位置推定結果を用いた課金システムの一部として使用することができる。GNSSチップ7は、GNSS衛星12から受信するGNSS衛星情報に基づいて、車両1の位置を推定して測位結果として出力する。セルラ通信チップ9は、その測位結果をセルラ通信アンテナ8から発信する。測位結果は、車両1の近くのセルラ基地局13を介してセンタシステム14に送信される。車載器2とセルラ通信網とが双方向に通信することにより、車両1の測位結果を用いた課金等の処理が行われる。

[0032] 図7は、本実施形態におけるスプーフィング検知部31に予め登録される基地局IDテーブル52を示す。基地局IDテーブル52は、複数の基地局の各々を特定する識別子である基地局ID53と、各基地局によってカバーされる通信範囲を示す情報である領域54とを対応付ける。

[0033] 本実施形態において、スプーフィング検知部3は、図4に示した第1実施

形態の動作において、D S R C測位結果に替えて、セルラ基地局 1 3 の位置を用いてスプーフィング検知を行う。セルラ通信網は、セルラ基地局 1 3 を介して車載器 2 と課金処理等のための通信を行う際に、車載器 2 と通信中のセルラ基地局 1 3 を特定する基地局 I D 5 3 を車載器 2 に送信する。その基地局 I D 5 3 によって、車両 1 が位置する位置を概略的に知り、第 1 実施形態における D S R C測位結果の代わりに用いることができる。

[0034] 図 8 は、本実施形態におけるスプーフィング検知部 3 1 の動作を示す。図 4 のステップ C 1 と同様に、衛星測位システムによる測位結果 3 6 がスプーフィング検知部 3 1 に入力される（ステップ C 1 1）。セルラ通信チップ 9 は、セルラ通信アンテナ 8 を介してセルラ基地局 1 3 から受信する信号の中から、通信中のセルラ基地局 1 3 を特定する基地局 I D 5 3 を抽出する。位置情報取得部 4 5 は、セルラ通信チップ 9 から基地局 I D 5 3 を入力する（ステップ C 1 2）。位置情報取得部 4 5 は、セルラ通信チップ 9 から取得した基地局 I D 5 3 に対応する領域 5 4 を基地局 I D テーブル 5 2 から検索する（ステップ C 1 3）。

[0035] 判定部 4 1 は、G N S S測位結果が示す位置と、基地局 I D テーブル 5 2 から検索された領域 5 4（セルラ基地局通信範囲）とを比較する（ステップ C 1 4）。判定部 4 1 は、G N S S測位結果がセルラ基地局通信範囲に入っていた場合（ステップ C 1 5 N O）、ステップ C 1 6 の処理に進み、入っていなかった場合（ステップ C 1 5 Y E S）、ステップ C 1 7 の処理に進む。それ以降のステップ C 1 6 ～ C 2 0 の処理は、図 4 のステップ C 5 ～ C 9 とそれぞれ同じである。

[0036] 本実施形態において、スプーフィング検知部 3 は、図 4 に示した第 1 実施形態の動作における D S R C測位結果に替えて、通信中のセルラ基地局 1 3 の位置を用いてスプーフィング検知を行う。このような衛星測位システムにおいては、D S R Cの路側装置が設置されていない領域においても、スプーフィング検知を行うことができる。

[0037]（第 3 実施形態）

次に、本発明の第3実施形態について説明する。図9は、第3実施形態における衛星測位システムの構成を示す。図10は、本実施形態における車載器2の構成を示す。本実施形態においては、以下の処理が行われる。

- (1) 過去と現在のGNSS測位結果に基づくスプーフィング検知。
- (2) GNSS時刻情報とDSRC時刻情報との比較、又は、GNSS時刻情報とセルラ通信時刻情報との比較に基づくスプーフィング検知。
- (3) GNSS測位結果とDSRC路側機の位置の比較、又は、GNSS測位結果とセルラ基地局の通信領域との比較に基づくスプーフィング検知。

これらのうち、(3)については、第1実施形態又は第2実施形態に示した処理が行われる。本実施形態においては更に、(1)と(2)の処理が追加される。

[0038] (過去の測位結果の記録)

本実施形態における車載器2において、処理部3は、GNSS衛星情報に基づく測位結果を、測位が行われた時刻を示す測位時刻と共に、記憶装置に用意された測位結果記憶領域5に格納する。GNSSチップ7が測位結果35を出力すると、測位結果保存部32はその測位結果35を現在時刻と共に測位結果記憶領域5に格納する。測位結果記憶領域5には、測位結果35が測位時刻と対応づけられて格納される。

[0039] (DSRCによる時刻情報の取得)

図10に示すように、本実施形態における車載器2は、リアルタイムクロック33を備える。GNSSチップ7がGNSS衛星情報に基づいて生成する情報の中には、現在時刻を示すGNSS時刻情報37が含まれる。GNSSチップ7はGNSS時刻情報37を車載器2の内部のリアルタイムクロック33に出力する。リアルタイムクロック33は、GNSSチップ7から受け取ったGNSS時刻情報37に応答して、車載器2内の処理においてタイムスタンプ等として利用できる形式のGNSS時刻情報40を出力する。GNSSチップ7が出力するGNSS時刻情報37と、リアルタイムクロック33が出力するGNSS時刻情報40とは、形式は異なるが、実質的には同

ーの内容を有している。

[0040] 路側システム 16 は、現在時刻を示す D S R C 時刻情報を常に生成している。D S R C 通信処理部 11 は、D S R C アンテナ 10 を介してその D S R C 時刻情報を受信し、スプーフィング検知部 31 に受け渡す。

[0041] (スプーフィング検知部の構成)

スプーフィング検知部 31 は、測位結果記憶領域 5 に格納された過去の測位結果 35 及び測位時刻と、G N S S チップ 7 が出力する測位結果 36 (G N S S 測位結果) と、リアルタイムクロック 33 が出力する G N S S 時刻情報 40 と、D S R C 通信処理部 11 が出力する D S R C 時刻情報とに基づいて、スプーフィングが行われたか否かの判定結果 39 を出力する。メイン処理部 34 は、G N S S チップ 7 が出力する測位結果 38 と、スプーフィング検出部 31 が出力する判定結果 39 とに基づいて、車両 1 が有料道路を走行した際の課金処理などを実行する。

[0042] 図 11 は、スプーフィング検知部 31 が備える機能ブロックを示す。本実施形態におけるスプーフィング検知部 31 は、図 3 に示す第 1 実施形態に加えて更に、閾値設定部 42 と、エンジン情報収集部 43 と、時刻情報取得部 44 とを備える。これらの機能ブロックは、車載器 2 が備えるメイン C P U が記憶装置に格納されたプログラムを読み出し、そのプログラムに記載された手順に従って動作することによって実現することができる。

[0043] (過去と現在の G N S S 測位結果を用いたスプーフィング検知部の動作)

次に、本実施形態におけるスプーフィング検知部 31 の動作について説明する。本実施形態では、スプーフィング検知部 31 は、過去と現在の G N S S 測位結果に基づくスプーフィング検知 (既述の処理 (1)) を行う。図 12 は、本実施形態における、過去と現在の G N S S 測位結果に基づくスプーフィング検知におけるスプーフィング検知部 31 の動作を示すフローチャートである。

[0044] 車両 1 のエンジンが起動し、車載器 2 がオンとなっているとき、G N S S チップ 7 は、G N S S 衛星情報に基づいて、車両 1 の地球上での三次元的な

位置を示すデータである測位結果 35、36、38を出力する。測位結果保存部 35は、現在時刻を示す測位時刻と共に、測位結果 35を測位結果記憶領域 5に格納する（ステップ A1）。

[0045] 判定部 41は、GNSSチップ 7が出力した現在の測位結果 36と、測位結果記憶領域 5に格納された過去の測位結果とを比較する。この比較は、例えば、予め時間のずれ量を設定し、測位結果記憶領域 5から、設定されたずれ量だけ過去の（例えば 10秒前の）測位結果を読み出し、現在の測位結果 36と比較することによって実行される（ステップ A2）。

[0046] 判定部 41は、過去の測位結果と現在の測位結果の差異と、予め設定された閾値との大小関係を判定する。この閾値としては、ステップ A2で用いられた設定されたずれ量の間に、車両 1がそれ以上運動するのは不自然だと思われる距離が設定される。例えば、時間のずれ量を 10秒に設定し、閾値を 500メートルに設定すると、10秒前の測位結果と現在の測位結果が 500メートル以上である場合は、不自然な運動であると判断される。

[0047] 判定部 41は、差異が閾値以上でない場合は（ステップ A3NO）、スプーフィングが無く、測位が正常に行われているものと判定する（ステップ A5）。差異が閾値以上である場合は（ステップ A3YES）、スプーフィングが行われたと判定する（ステップ A4）。

[0048] 判定部 41は、スプーフィングの有無に関する判定結果 39を出力する（ステップ A6）。メイン処理部 34は、測位結果 38に基づいて課金等の処理を行う際に、判定結果 39も考慮に入れて処理を行う。例えば、スプーフィングが行われたと判定されたときは、通常の課金処理を中止し、その判定結果 39を示すデータを記憶装置に格納する。

[0049] 以上の処理により、スプーフィングが行われた結果、GNSS衛星情報に基づく測位結果が不自然な飛躍を示した場合に、スプーフィング情報に依拠した課金処理を避けることができる。

[0050] 以上のスプーフィング検知処理に加えて、マルチパス等による衛星測位システムにおける測位誤差を識別する手段を用意してもよい。マルチパスによ

る測位誤差の場合は、例えば、衛星測位に基づく車両の運動経路が一時的に不自然な飛躍を示し、再び元の正しい測位結果に戻る。従って、ステップA3で判定した、距離の差異が閾値以上である期間が所定期間以下であるときは、マルチパス等による測位誤差の可能性があるとは判定して、スプーフィングが行われたとは判定しないという処理を行ってもよい。

[0051] 上記の図12に示した処理に加えて、更に、閾値設定部42の動作によって、スプーフィング判定処理を行うことができる。図13は、そのようなスプーフィング検知部31の動作を示すフローチャートである。図12のステップA1と同様に、GNSSチップ7が測位結果35、36、38を出力する。測位結果保存部32は、現在時刻を示す測位時刻と共に、測位結果35を測位結果記憶領域5に格納する（ステップA11）。

[0052] 次に、閾値設定部42は、車載器2内の記憶装置に格納された閾値データベース50を参照して、閾値を設定する。車両1の位置変化は、例えば高速道路を走行中には速く、市街地を走行中には遅い。従って、車両1の現在位置に応じて、異なる移動速度の閾値を設定することによって、車両1の測位結果35、36、38の時系列的な変化が不自然か否かを判定することができる。

[0053] そのような判定を行うため、閾値データベース50は、地図上の領域と、閾値とを対応づけて格納する。例えば、高速道路を示す領域に対しては速度の閾値が大きく設定され、市街地を示す領域に対しては速度の閾値が小さく設定される。閾値設定部42は、GNSSチップ7が出力した測位結果36に示された車両1の現在位置に対応する閾値を閾値データベース50から抽出して、スプーフィング検知用の閾値として設定する。このような閾値は、例えば車両の速度、加速度、角速度などについてそれぞれ設定することができる（ステップA12）。

[0054] 判定部41は、GNSSチップ7から入力した測位結果36と、測位結果記憶領域5に格納された過去の測位結果と測位時刻の履歴に基づいて、車両1の現在の速度、加速度、及び角速度を算出する（ステップA13）。

- [0055] 判定部41は、算出された車両1の速度と、閾値設定部42が設定した速度の閾値 V_{th} との大小関係を判定する。車両1の速度が閾値よりも小さい場合は（ステップA14YES）、ステップA15の処理に進む。車両1の速度が閾値以上の場合には（ステップA14NO）、スプーフィングが行われた疑いがあると判定される（ステップA18）。
- [0056] 判定部41は、算出された車両1の加速度と、閾値設定部42が設定した加速度の閾値 A_{th} との大小関係を判定する。車両1の加速度が閾値よりも小さい場合は（ステップA15YES）、ステップA16の処理に進む。車両1の加速度が閾値以上の場合には（ステップA15NO）、スプーフィングが行われた疑いがあると判定される（ステップA18）。
- [0057] 判定部41は、算出された車両1の角速度と、閾値設定部42が設定した角速度の閾値 A_{th} との大小関係を判定する。車両1の角速度が閾値よりも小さい場合は（ステップA16YES）、ステップA17の処理に進む。車両1の加速度が閾値以上の場合には（ステップA16NO）、スプーフィングが行われた疑いがあると判定される（ステップA18）。この処理により、車両の方向の変化率が不自然な程大きいときに、スプーフィング疑いがあると判定することができる。
- [0058] ステップA14～A16の処理は、任意に順序を入れ替えて実行してもよいし、これら3種類の処理のうち1又は2種類のみ実行してもよい。これらの処理の全てにおいて、車両の運動を示す量（速度、加速度、角速度）が閾値を下回った場合には、スプーフィングは行われていないと判定される（ステップA17）。
- [0059] スプーフィング疑いがあると判定された場合、ステップA18において、GNSSチップ7が出力する現在時刻と対応づけて、スプーフィング疑いの履歴がスプーフィング候補データベース51に登録される。
- [0060] 判定部41は、スプーフィング疑いが発生した場合、過去のスプーフィング疑いの履歴をスプーフィング候補データベース51から抽出する。スプーフィング疑いが継続した期間が所定の閾値より短かった場合は（ステップA

19 NO)、マルチパス等による短期的な測位誤差であり、スプーフィングは行われていないと判定する(ステップA17)。スプーフィング疑いが継続した期間が所定の閾値以上であった場合は(ステップA19 YES)、スプーフィングが行われたと判定する(ステップA20)。

[0061] 判定部41は、ステップA17において生成されたスプーフィングなし、又はステップA20において生成されたスプーフィングありを示す判定結果39を出力する(ステップA21)。メイン処理部34は、GNSSチップ7が出力する測位結果38に基づいて課金処理等を実行する際に、第1実施形態と同様に、判定結果39を考慮に入れる。

[0062] (エンジンの起動状態を用いたスプーフィング判定)

以上の処理に加えて、図11のエンジン情報収集部43の動作によるスプーフィング判定を追加してもよい。通常、車両1のエンジンが停止している場合は、車両1の位置は変化しない。もし車両1のエンジンが停止中に、衛星測位システムによって推定された位置がある程度以上変化した場合には、スプーフィングの疑いがあると考えられる。

[0063] そうしたスプーフィング疑いを検知するため、エンジン情報収集部43は、イグニッションON/OFF信号19を監視する。エンジン情報収集部43は、イグニッションON/OFF信号19に基づいて、車両1のエンジンが停止された(イグニッションキーがオフ状態とされた)と判定した場合、GNSSチップ7がそれ以前に出力した最後の測位結果36を、エンジン停止時測位結果として、車載器2の内部の記憶装置に保存する。

[0064] エンジン情報収集部43が、イグニッションON/OFF信号19がオフからオンに変わったことを認識したとき、GNSSチップ7が出力する最初の測位結果36が、エンジン起動時測位結果として、エンジン停止時測位結果と共に、判定部41に受け渡される。判定部41は、エンジン停止時測位結果と、エンジン起動時測位結果の差を算出する。判定部41は、その差が所定の閾値より小さかった場合は正常であると判定し、所定の閾値以上であった場合はスプーフィングが行われたと判定する。

[0065] (D S R C時刻情報を用いたスプーフィング検知部の動作)

本実施形態においては、スプーフィング検知部31は、更に、G N S S時刻とD S R C時刻との比較に基づくスプーフィング検知(既述の処理(2))を行う。図14は、本実施形態における、G N S S時刻情報とD S R C時刻情報との比較に基づくスプーフィング検知におけるスプーフィング検知部31の動作を示すフローチャートである。

[0066] まず、車両1のエンジンが起動し、車載器2がオンとなっているとき、G N S Sチップ7は、G N S S衛星情報に基づいて、現在時刻を示すG N S S時刻情報37を出力する。リアルタイムクロック33は、そのG N S S時刻情報37に対応するG N S S時刻情報40を、ほぼリアルタイムでスプーフィング検知部31に出力する(ステップB1)。時刻情報取得部44は、D S R C通信処理部11からD S R C時刻情報をほぼリアルタイムで取得する(ステップB2)。

[0067] 判定部41は、G N S S時刻情報40とD S R C時刻情報とを比較する(ステップB3)。判定部41は、G N S S時刻情報40に示される時刻とD S R C時刻情報に示される時刻との差が所定の閾値より小さい場合は(ステップB4NO)、スプーフィングは行われていないと判定する(ステップB6)。判定部41は、G N S S時刻情報40に示される時刻とD S R C時刻情報に示される時刻との差が所定の閾値以上である場合は(ステップB4YES)、スプーフィングが行われたと判定する(ステップB5)。

[0068] 判定部41は、スプーフィングの有無に関する判定結果39を出力する(ステップB7)。メイン処理部34は、測位結果38に基づいて課金等の処理を行う際に、判定結果39も考慮に入れて処理を行う。例えば、スプーフィングが行われたと判定されたときは、通常の課金処理を中止し、その判定結果39を示すデータを記憶装置に格納する。

[0069] スプーフィングの手法の一つとして、過去の衛星測位システムによる測位結果のデータを、現在の車両の位置データであるかのように偽装して使用することが考えられる。そのような場合、スプーフィング用の情報に含まれる

時刻情報が現在時刻とは異なっている可能性がある。本実施形態における処理により、そのような場合に、衛星測位システムによる時刻を、路側システム 16 が提供する時刻と比較して検証することによって、スプーフィングを検知することができる。

[0070] (セルラ通信網時刻情報を用いたスプーフィング検知)

図 14 に示したスプーフィング検知の変形例として、路側システム 16 に替えて、セルラ通信を用いてもよい。本変形例において、セルラ通信網は、現在時刻を示すセルラ通信時刻情報を生成する。セルラ通信時刻情報は、セルラ基地局 13 から車載器 2 に送信される。セルラ通信チップ 9 は、セルラ通信アンテナ 8 を介して受信したセルラ通信時刻情報をスプーフィング検知部 31 にほぼリアルタイムで受け渡す。

[0071] 本変形例において、スプーフィング検知部 31 は、図 14 のステップ B2 における D S R C 時刻情報の入力に替えて、セルラ通信時刻情報を入力する。それ以外の処理は、図 14 と同じである。このような衛星測位システムにおいては、D S R C の路側装置が設置されていない領域においても、セルラ通信網から供給される時刻を用いて G N S S 時刻情報の信頼性を検証することにより、スプーフィング検知を行うことができる。

請求の範囲

- [請求項1] 人工衛星から受信した測位信号に基づいて、車両の現在位置を示す第1位置情報を出力する測位部と、
- 前記測位信号とは異なる無線信号によって、前記車両の現在位置を示す第2位置情報を取得し、前記第1位置情報に示される位置と前記第2位置情報に示される位置とに基づいてスプーフィングを検知する処理部と
- を具備する車載器。
- [請求項2] 請求項1に記載された車載器であって、
- 前記処理部は、前記車両が走行する道路の路側に設けられる路側装置から前記第2位置情報を取得する
- 車載器。
- [請求項3] 請求項1に記載された車載器であって、
- 更に、基地局を介したセルラ通信によって、前記基地局を特定する識別情報を受信するセルラ通信部を具備し、
- 前記処理部は、前記識別情報に基づいて前記第2位置情報を取得する
- 車載器。
- [請求項4] 請求項1から3のいずれかに記載された車載器であって、
- 前記処理部は、前記第1位置情報に示される位置と前記第2位置情報に示される位置との差が所定の基準以上の場合にスプーフィングが行われたと判定する
- 車載器。
- [請求項5] 人工衛星から受信した測位信号に基づいて、車両の現在位置を示す第1位置情報を出力する工程と、
- 前記測位信号とは異なる無線信号によって、前記車両の現在位置を示す第2位置情報を取得する工程と、
- 前記第1位置情報に示される位置と前記第2位置情報に示される位

置とに基づいてスプーフィングを検知する工程と
を具備する車載器のスプーフィング検知方法。

[請求項6] 請求項5に記載されたスプーフィング検知方法であって、
前記第2位置情報は、前記車両が走行する道路の路側に設けられる
路側装置から取得される
スプーフィング検知方法。

[請求項7] 請求項5に記載されたスプーフィング検知方法であって、
更に、基地局を介したセルラ通信によって、前記基地局を特定する
識別情報を受信する工程を具備し、
前記第2位置情報を取得する工程において、前記第2位置情報は前
記識別情報に基づいて取得される
スプーフィング検知方法。

[請求項8] 請求項5から7のいずれかに記載されたスプーフィング検知方法で
あって、
前記スプーフィングを検知する工程は、前記第1位置情報に示され
る位置と前記第2位置情報に示される位置との差が所定の基準以上の
場合にスプーフィングが行われたと判定する工程を含む
スプーフィング検知方法。