

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7586885号
(P7586885)

(45)発行日 令和6年11月19日(2024.11.19)

(24)登録日 令和6年11月11日(2024.11.11)

(51)国際特許分類

G 0 1 S 19/22 (2010.01)

F I

G 0 1 S 19/22

請求項の数 20 (全30頁)

(21)出願番号	特願2022-500734(P2022-500734)	(73)特許権者	502208397 グーグル エルエルシー Google LLC アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94043 マウンテン ビュー アンフィシアター パークウェイ 1600 Amphitheatre Parkway 94043 Mountain View, CA U.S.A.
(86)(22)出願日	令和1年7月8日(2019.7.8)	(74)代理人	110001195 弁理士法人深見特許事務所
(65)公表番号	特表2022-545327(P2022-545327) A)	(72)発明者	バン・ディグレン, フランク アメリカ合衆国、94043 カリフォルニア州、マウンテン・ビュー、anford・シアター・パークウェイ、1600、最終頁に続く
(43)公表日	令和4年10月27日(2022.10.27)		
(86)国際出願番号	PCT/US2019/040823		
(87)国際公開番号	WO2021/006866		
(87)国際公開日	令和3年1月14日(2021.1.14)		
審査請求日	令和4年6月23日(2022.6.23)		
前置審査			

(54)【発明の名称】 反射したGNSS信号に対する感度を高めること

(57)【特許請求の範囲】**【請求項1】**

方法であつて、

移動中の受信機が、前記受信機に到達する前に複数の反射面に反射した特定の測位信号を識別するステップと、

前記特定の測位信号を識別したことに基づいて、コヒーレント積分を利用するための前記特定の測位信号を送信した衛星の最後の反射衛星位置を特定するステップとを含み、前記最後の反射衛星位置は、前記複数の反射面の各々に対して前記衛星の位置を繰り返し反射させることによって特定され、前記方法は、さらに、

前記衛星の前記最後の反射衛星位置までの方向ベクトルを求めるステップと、

前記最後の反射衛星位置までの前記方向ベクトルに基づいて、コヒーレント積分をしきい値期間行って前記特定の測位信号のS/N比を上げるステップとを含む、方法。

【請求項2】

複数の衛星から複数の測位信号を受信するステップと、

コヒーレント積分を前記しきい値期間行ったことに基づいて、前記特定の測位信号および前記複数の測位信号を用いて前記受信機の位置を特定するステップとをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記受信機は、GNSS (Global Navigation Satellite System) 受信機である、請求項1または2に記載の方法。

【請求項 4】

前記受信機に到達する前に前記複数の反射面に反射した前記特定の測位信号を識別するステップは、

前記受信機の位置に基づいて、反射面の定義済みマップを用いて前記特定の測位信号を識別するステップを含む、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 5】

コヒーレント積分を前記しきい値期間行って前記特定の測位信号の S/N 比を上げるステップは、

前記衛星から前記特定の測位信号を受信するときに前記方向ベクトルに沿った指向性利得を上げるステップをさらに含む、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の方法。 10

【請求項 6】

コヒーレント積分を前記しきい値期間行って前記特定の測位信号の S/N 比を上げるステップは、

前記受信機の周波数を調整して前記衛星からの前記特定の測位信号のドップラーに一致させるステップをさらに含む、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 7】

コヒーレント積分を前記しきい値期間行って前記特定の測位信号の S/N 比を上げるステップは、さらに、1 つ以上の異なる方向から前記受信機に到来する信号を分離させることを可能にする、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 8】

複数の衛星から複数の測位信号を受信するステップと、

前記複数の測位信号を用いて、移動中の前記受信機の速度を特定するステップとをさらに含み、

コヒーレント積分を前記しきい値期間行って前記特定の測位信号の S/N 比を上げるステップは、前記受信機の速度に基づく、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の方法。 20

【請求項 9】

複数の衛星から複数の測位信号を受信するステップと、

反射面の定義済みマップおよび各測位信号に含まれる情報に基づいて、前記複数の測位信号の中から、LOS (Line-of-Sight) 衛星から送信された第 1 組の測位信号と、NLOS (Non-Line-of-Sight) 衛星から送信された第 2 組の測位信号とを識別するステップとをさらに含む、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の方法。 30

【請求項 10】

前記複数の測位信号のうち、前記第 1 組の測位信号または前記第 2 組の測位信号に該当しない 1 つ以上の測位信号を破棄するステップをさらに含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記第 1 組の測位信号が 3 つ以下の測位信号を含むと判断するステップと、

前記第 1 組の測位信号が 3 つ以下の測位信号を含むと判断したことに基づいて、前記第 1 組の測位信号と、前記第 2 組の測位信号のうち少なくとも 1 つの測位信号との組合せを用いて前記受信機の位置および速度を特定するステップとをさらに含む、請求項 10 に記載の方法。 40

【請求項 12】

前記第 1 組の測位信号と前記第 2 組の測位信号のうち前記少なくとも 1 つの測位信号との組合せを用いて前記受信機の位置および速度を特定するステップは、

前記第 1 組の測位信号に含まれる各測位信号に第 1 の重みを割り当てるステップと、

前記第 2 組の測位信号に含まれる各測位に前記第 1 の重みよりも小さい第 2 の重みを割り当てるステップと、

加重平均分析に基づいて、前記第 1 組の測位信号と前記第 2 組の測位信号のうち前記少なくとも 1 つの測位信号との組合せを用いて前記受信機の位置および速度を特定するステップとを含む、請求項 11 に記載の方法。 50

【請求項 1 3】

前記第1組の測位信号と前記第2組の測位信号のうち前記少なくとも1つの測位信号との組合せを用いて前記受信機の位置および速度を特定するステップは、

前記第2組の測位信号の中から用いられる測位信号の各々について、

所与の測位信号を送信した所与の衛星の反射衛星位置を特定するステップと、

前記反射衛星位置までの方向ベクトルを求めるステップと、

前記反射衛星位置までの前記方向ベクトルに基づいて、コヒーレント積分をしきい値期間行って前記所与の測位信号のS/N比を上げるステップと、

コヒーレント積分を前記しきい値期間行って前記セットされた第2の測位信号のうち1つ以上の信号の前記S/N比を上げたことに基づいて前記受信機の位置および速度を特定するステップとを含む、請求項11または12に記載の方法。

10

【請求項 1 4】

LOS衛星からの測位信号および逐次カルマンフィルタのみを用いて前記受信機の次の位置および次の速度を特定するステップをさらに含む、請求項13に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記受信機に到達する前に前記複数の反射面に反射した前記特定の測位信号を識別するステップは、

前記特定の測位信号が前記受信機に到達する前に第1の反射面および第2の反射面を反射したと判断するステップと、

前記特定の測位信号が前記受信機に到達する前に前記第1の反射面および前記第2の反射面を反射したと判断したことに基づいて、前記特定の測位信号を送信した前記衛星の第1の反射衛星位置を特定するステップとを含み、前記第1の反射衛星位置は、前記第1の反射面に対して前記衛星の位置を反射させることによって特定され、前記受信機に到達する前に前記反射面に反射した前記特定の測位信号を識別するステップは、さらに、

前記衛星の前記第1の反射衛星位置を特定したことに基づいて、前記衛星の第2の反射衛星位置を特定するステップを含み、前記第2の反射衛星位置は、前記第2の反射面に対して前記第1の反射衛星位置を反射させることによって特定される、請求項1~14のいずれか1項に記載の方法。

20

【請求項 1 6】

前記衛星の前記反射衛星位置までの前記方向ベクトルを求めるステップは、

30

前記第2の反射衛星位置までの特定の方向ベクトルを求めるステップを含み、

コヒーレント積分を前記しきい値期間行って前記特定の測位信号のS/N比を上げるステップは、

前記第2の反射衛星位置までの前記特定の方向ベクトルに基づいてコヒーレント積分を前記しきい値期間行って前記特定の測位信号のS/N比を上げるステップを含む、請求項15に記載の方法。

【請求項 1 7】

システムであって、

受信機と、

プロセッサとを備え、前記プロセッサは、

40

移動中の受信機に到達する前に複数の反射面に反射した特定の測位信号を識別し、

前記特定の測位信号を識別したことに基づいて、コヒーレント積分に利用するための前記特定の測位信号を送信した衛星の最後の反射衛星位置を特定するように構成され、前記最後の反射衛星位置は、前記複数の反射面の各々に対して前記衛星の位置を繰り返し反射することによって特定され、前記プロセッサは、さらに、

前記衛星の前記最後の反射衛星位置までの方向ベクトルを求め、

前記最後の反射衛星位置までの前記方向ベクトルに基づいて、コヒーレント積分をしきい値期間行って前記特定の測位信号のS/N比を上げるように構成される、システム。

【請求項 1 8】

前記プロセッサは、さらに、

50

複数の衛星から複数の測位信号を受信し、
コヒーレント積分を前記しきい値期間行ったことに基づいて、前記特定の測位信号および前記複数の測位信号を用いて前記受信機の位置を特定するように構成される、請求項 1
7 に記載のシステム。

【請求項 19】

前記プロセッサは、さらに、
複数の衛星から複数の測位信号を受信し、
前記複数の測位信号を用いて、移動中の前記受信機の速度を特定し、
前記受信機の速度に基づいて、コヒーレント積分を前記しきい値期間行って前記特定の
測位信号の S/N 比を上げるように構成される、請求項 17 または 18 に記載のシステム。 10

【請求項 20】

コンピューティングシステムに請求項 1 ~ 16 のいずれか 1 項に記載の方法を実行させる、プログラム。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

背景

スマートフォン、ウェアラブルコンピューティングデバイス、車載ナビゲーションシステム、およびその他の種類のデバイスは、GPS (Global Positioning System)、およびその他の GNSS (Global Navigation Satellite System) を利用して位置および速度の特定を行うように構成された受信機を備えている場合が多い。GPS は、正確な軌道で地球を巡回しながら測位信号（すなわち、信号）を送信するように構成された複数の衛星から構成されるネットワークを必要とする、衛星に基づいたナビゲーションシステムである。各衛星は、衛星が各信号を送信した時刻および衛星の位置情報の表示など、受信機が使用する情報を含んだ信号を送信する。GLONASS、Galileo、BeiDou、QZSS、および IRNSS など、その他の GNSS も同様に動作し、位置の特定に用いられる場合もある。 20

【0002】

受信機は、複数の衛星からの信号内にある情報を受信および利用して、その位置を予測してもよい。たとえば、受信機は、三辺測量術を利用して、少なくとも 4 つの GNSS 衛星から取得したタイミング信号によって地球上のユーザの位置を予測してもよい。衛星から信号を受信すると、受信機は、信号が受信機において受信された時刻を特定し、その時刻を、信号内で示される信号が衛星によって送信された時刻と比較してもよい。次に、受信機は、求められた時間差に基づいて衛星までの距離を求めてよい。4 つの衛星からの信号を使うことによって、受信機は、その位置を判断してもよい。受信機がその高度などその他の測定値にアクセスできる場合、位置算出においてこれらの測定値を使用して、必要な GNSS 信号の数を減らしてもよい。また、位置を特定することに加えて、受信機は、GNSS を利用して受信機の現在の速度を特定してもよい。 30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

概要

受信機が十分な信号（たとえば、4 つの信号）を GNSS 衛星から直接受信することができないいくつかの状況が生じ得る。特に、建物、陸上の構造物（たとえば、山）、およびその他の構造物が、衛星と受信機との間の直接路を遮ることによって信号を受信することを妨げ得る。本明細書では、建物またはその他の構造物による「干渉 / 邪魔 / 妨げ」は、信号の遮断および / または反射、回折、ならびに散乱を意味し得る。干渉の結果、受信機は、受信機に到達する前に 1 つ以上の建物を反射した後の反射という形態で衛星からの信号を間接的に受信するであろう。受信機が位置および速度の特定について反射に依拠している場合、この反射では、あまり正確でない結果がもたらされる。したがって、本明細 50

書において示す例示的な実施の形態は、反射信号を用いてコヒーレント積分を行って、当該反射信号の S/N 比を上げることを可能にすることより、次の位置および速度の算出の精度を改善することができる技術に関するものである。

【課題を解決するための手段】

【0004】

一態様では、例示的な方法を提供する。この方法は、受信機が、受信機に到達する前に反射面に反射した特定の測位信号を識別するステップを含む。受信機は、移動中である。この方法は、さらに、特定の測位信号を識別したことに基づいて、特定の測位信号を送信した衛星の反射衛星位置を特定するステップを含む。反射衛星位置は、反射面に対して衛星の位置を反映することによって特定される。また、この方法は、衛星の反射衛星位置までの方向ベクトルを求めるステップと、反射衛星位置までの方向ベクトルに基づいて、コヒーレント積分をしきい値期間行って特定の測位信号の S/N 比を上げるステップとを含む。

【0005】

別の態様では、システムを提供する。このシステムは、受信機と、プロセッサとを備えてもよい。このプロセッサは、受信機に到達する前に反射面に反射した特定の測位信号を識別するように構成される。受信機は、移動中である。このプロセッサは、さらに、特定の測位信号を識別したことに基づいて、特定の測位信号を送信した衛星の反射衛星位置を特定するように構成される。反射衛星位置は、反射面に対して衛星の位置を反映することによって特定される。また、このプロセッサは、衛星の反射衛星位置までの方向ベクトルを求めるように構成される。プロセッサは、さらに、反射衛星位置までの方向ベクトルに基づいて、コヒーレント積分をしきい値期間行って特定の測位信号の S/N 比を上げるように構成される。

【0006】

さらに別の態様では、非一時的なコンピュータ読み取り可能な媒体を提供する。この非一時的なコンピュータ読み取り可能な媒体は、コンピューティングシステムによって実行されると、コンピューティングシステムに機能を実行させる命令を格納するように構成される。これらの機能は、受信機に到達する前に反射面に反射した特定の測位信号を識別する機能を含む。受信機は、移動中である。また、これらの機能は、特定の測位信号を識別したことに基づいて、特定の測位信号を送信した衛星の反射衛星位置を特定する機能を含む。反射衛星位置は、反射面に対して衛星の位置を反映することによって特定される。これらの機能は、さらに、衛星の反射衛星位置までの方向ベクトルを求める機能と、反射衛星位置までの方向ベクトルに基づいて、コヒーレント積分をしきい値期間行って特定の測位信号の S/N 比を上げる機能とを含む。

【0007】

さらに別の態様では、反射した GNSS 信号に対する感度を高めるための手段を備えるシステムを提供する。このシステムは、上述した例示的な方法のステップを実行するための手段を備えてもよい。

【0008】

これらおよびその他の態様、利点、ならびに別の選択肢は、下記の詳細な説明を添付の図面を適宜参照しながら読むことによって当業者に明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】例示的な実施の形態に係る、コンピューティングシステムの簡略ブロック図である。

【図2】例示的な実施の形態に係る、1組の衛星からの信号を用いた位置の特定を示す図である。

【図3】例示的な実施の形態に係る、速度の求め方を示す図である。

【図4 A】例示的な実施の形態に係る、衛星から信号を直接受信している受信機を示す図である。

【図4 B】例示的な実施の形態に係る、信号の反射を受信している受信機を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 5】例示的な実施の形態に係る、方法のフローチャートである。

【図 6】例示的な実施の形態に係る、コヒーレント積分を行っている受信機を示す図である。

【図 7 A】例示的な実施の形態に係る、衛星からの信号の反射を受信している受信機を示す図である。

【図 7 B】例示的な実施の形態に係る、衛星からの信号の反射に対する感度を高めている受信機を示す図である。

【図 8】例示的な実施の形態に係る、複数の建物を反射した信号を使用して長時間コヒーレント積分を行っている受信機を示す図である。

【図 9】例示的なデバイス上でコンピュータ処理を実行するためのコンピュータプログラムを含む例示的なコンピュータプログラムプロダクトの概念的な部分ビューを示す概略図である。 10

【発明を実施するための形態】

【0010】

詳細な説明

本明細書において、例示的な方法およびシステムを説明する。「例（example）」、「典型的（exemplary）」、および「例示（illustrative）」という単語は、「例、具体例、または例示として用いられる」という意味で本明細書において使用されていることを理解されたい。「例」、「典型的」、もしくは「例示」であるとして本明細書において説明されるいづれの実施態様もしくは特徴も、必ずしもその他の実施態様もしくは特徴よりも好ましいまたは有利であると解釈されない。 20

【0011】

本明細書において説明する実施態様の例は、限定ではない。本明細書において一般的に説明および図示されている本開示の態様を、様々な異なる構成で配置したり、置き換えたり、組み合わせたり、分けたり、設計したりすることは、容易に理解されるであろう。これらのすべては、本明細書において明確に考慮されている。

【0012】

スマートフォン、ウェアラブルコンピューティングデバイス、および車載ナビゲーションシステムなど、様々な種類のデバイスの位置および速度の測定値を提供するために、受信機に依拠している。G N S S は、受信機のパッシブ動作モード（すなわち、受信機は、信号を受信だけするように構成されている）により、限りない数の受信機に対応することができるので、自律ナビゲーション、地図作成および測量、救急救助の戦略、データアプリケーション、ならびに走行中のルート決定を含む、G N S S を利用した数多くのアプリケーションが開発してきた。 30

【0013】

G N S S は、各衛星に搭載された正確な原子周波数標準器に関する衛星からの信号を参照することを含む片道T O A（Time Of Arrival）レンジング技術を利用して動作する。これらの原子周波数標準器は、G N S S 時間基準に同期されている。各G P S 衛星は、2つの周波数チャンネル（L 1 : 1 , 5 7 5 . 4 2 M H z 、L 2 : 1 , 2 2 7 . 6 M H z ）上でC D M A（Code-Division Multiple Access）を用いて、レンジングコードとナビゲーションデータとを含んだ信号を同報通信する。特に、衛星は、一意のレンジングコードを有する信号を一方または両方の周波数で送信する。より新しいG P S 衛星は、第3周波数（L 5 : 1 1 7 6 . 4 5 M H z ）で送信を行う。その他のG N S S システムも、当業者に周知のシステム間の違いはあるが、ほぼ同様に動作する。 40

【0014】

受信機によって信号が受信されると、信号内のナビゲーションデータによって、受信機が信号送信時の衛星の位置を特定することが可能になる。これに加えて、同じ信号内のレンジングコードによって、受信機が信号の伝播時間を特定することが可能になる。よって、受信機は、衛星から受信機までのレンジおよびその緯度、経度、高度、ならびに4つの 50

衛星からの信号内で取得される T O A レンジングによる測定値を使用した場合の内部の衛星システム時刻を基準とした受信機クロックオフセットを特定することができる。

【 0 0 1 5 】

また、 G N S S は、 様々な技術によって受信機がその位置に加えて速度を特定することを可能にする。ある速度特定技術は、受信機の 2 つの連続した位置間の差を求めて受信機の速度とすることを含む。別の速度特定技術は、受信機の移動と衛星の移動から導出されるドップラー測定値を使用することを含む。

【 0 0 1 6 】

受信機が複数の衛星からの信号を区別するために利用する技術など、信号処理において、ドップラー情報には幅広い用途がある。受信機の速度を特定するとき、受信機と送信側衛星との間のレンジレートを特定するためにドップラーデータを利用してもよい。レンジレートは、衛星と受信機との距離が特定の期間に変化する速度を表す。

10

【 0 0 1 7 】

レンジレートを特定するために、受信機は、コヒーレント積分を行い、受信信号を拡散コードのローカルコピーで乗算してもよい。拡散コードは、理論上、受信信号との位相コヒーレンスを維持する。信号のドップラーが変化した場合、拡散コードのローカルコピーのドップラーを調整して位相コヒーレンスを維持する必要がある。受信機の速度の変化は、ドップラーシフトを生じさせる可能性がある。このドップラーシフトを測定して速度を正確に演算することができる。特に、受信機は、追跡される信号を送信している衛星の方向に向むけられた単位ベクトルを用いた受信機の新しい速度ドット積を使用して、新しいドップラー値を求めてよい。この技術を利用して、受信機は、1 秒当たり数センチメートル内で正確にその速度を特定してもよい。

20

【 0 0 1 8 】

位置および速度を特定するために衛星からの信号を追跡するとき、受信機は、コヒーレント積分を行ってもよい。コヒーレント積分（コヒーレント平均化または時間領域平均化とも称される）は、信号特性を推定する前に信号の測定値を一連のパルスにわたって（たとえば、観察時間にわたって）積分することを含む。信号についてコヒーレント積分を行うことで、全体的な信号処理要件を最小限に抑えつつ、この信号の S N 比を改善することができる。このように、コヒーレント積分を有効にするために、基準位相に対する信号の位相が実質的に変わらない時間（すなわち、信号のコヒーレンス時間）に積分期間を限定しなければならない。

30

【 0 0 1 9 】

受信機は、コヒーレント積分を使用して、異なる方向から受信機に到来する信号同士の干渉をなくしてもよい。干渉がなくなる程度は、受信機の速度およびコヒーレント積分時間によって異なり得る。少量のコヒーレント積分（たとえば、20 ミリ秒未満）を行うように構成された受信機もある。次に、これらの受信機は、オプションで、何百ミリ秒もの間インコヒーレントに積分を行って、必要であれば信号に対する感度を上げてもよい。しかしながら、この手法は、マルチパス干渉の影響を受けやすい。特に、インコヒーレント積分は、信号から取り込まれたデータ内に格納された位相情報を、取り込まれた当該データが結合される前に破壊してしまう可能性がある。位相情報の破壊によって、 L O S (L i n e - o f - S i g h t) 衛星からの信号および N L O S (Non - L i n e - o f - S i g h t) 衛星からの信号の反射が同じ相關ピーク内に蓄積されることになり、所望の L O S 信号情報に歪みが生じる可能性がある。この歪みが誤ったコード位相予測を生じさせて、誤った位置予測につながる可能性がある。

40

【 0 0 2 0 】

数十ミリ秒または数百ミリ秒を超えるコヒーレント積分を行うことができるようになるクロック / モーション補償フェイザー補正シーケンス (c l o c k - a n d - m o t i o n - c o m p e n s a t e d p h a s o r c o r r e c t i o n s e q u e n c e) を実装するように構成される受信機もある。この長期間（たとえば、数十ミリ秒または数百ミリ秒というしきい値期間）を超えるコヒーレント積分を行うとき、受信機は長時間コ

50

ヒーレント積分を行っていると言える。長時間コヒーレント積分によって、信号を追跡する感度をほぼゼロ dBHzまで下がるよう改善してもよく、また、位相情報の破壊を抑える高い倍数の緩和性能が与えられてもよい。特に、長時間コヒーレント積分を行うことによって、異なる方向から到来する信号を周波数領域内で分離させることが可能になる。これに加えて、長時間コヒーレント積分は、1つの移動するアンテナを用いてGNSSの到来角を直接解決することによって、なりすまし防止方法および3次元(3D)マッピング支援方法における新しい機能を可能にすることができる。

【0021】

受信機が速度 v で移動中の場合、角度 θ を有する信号の利得指向性を長時間コヒーレント積分によって上げることができる。ここで、 $v \cos \theta$ は、コヒーレント積分のために選ばれた周波数ビンのオフセットである。長時間コヒーレント積分を行うことによって、受信機は、衛星の方向の利得を上げて、その他の方向の利得を下げてもよい。その結果、受信機は、マルチパスを抑制することができる。

10

【0022】

受信機が、干渉なしで衛星から直接受信した信号ではなく、衛星からの信号の反射を追跡している状況が生じる。特に、大きな建物およびその他の構造物(たとえば、山)があるエリアは、衛星から信号を直接受信するという受信機の機能を邪魔する可能性がある。干渉が受信機と衛星との直接路が遮蔽されているため、受信機は、1つ以上の反射面(たとえば、建物上のポイント)を反射した反射という形態で衛星からの信号を間接的に受信してもよい。

20

【0023】

受信機が1つ以上の反射を利用して速度および/または位置を特定する場合、これらの反射が結果の精度を低下させてしまう可能性がある。特に、信号が受信機に接近して受信される方向は、衛星の実際の方向とは異なり得る。反射は、信号を衛星の実際の方向とは異なる特定の方向から到来しているように見せてしまう。ひいては、受信機は、反射信号を利用して長時間コヒーレント積分を正確に行うことができなくなるであろう。なぜならば、計算内の方向ベクトルが衛星の実際の位置を指示しており、反射が入ってくる方向とは異なるためである。よって、反射信号を利用して長時間コヒーレント積分を行って当該反射信号のSN比を上げることができるようになる必要がある。

【0024】

30

本明細書において示す例示的な実施の形態は、反射したGNSS信号に対する感度を高めるための技術を提供する。例示的な技術は、受信機が、衛星信号を直接受信することを邪魔する可能性のある構造物があるエリアで動作していても、反射信号を使用して長時間コヒーレント積分を行うことを可能にしてもよい。長時間コヒーレント積分を行うことによって、受信機は、反射信号のSN比を上げて、その他の方向から受信機に到来する信号を分離させることができなくなってもよい。その結果、信号を直接受信することの妨げになる構造物があるエリアで動作していても、受信機はその位置および速度をより正確に判定するであろう。

【0025】

さらに説明するために、例示的な実施の形態は、受信機が、移動中、最初に1組のGNSS信号を取得することを含んでもよい。たとえば、受信機は、4つの信号を受信し、これらの信号を用いて三辺測量術によってその位置を特定してもよい。当該1組の信号から、受信機は、受信機に到達する前に反射面(たとえば、建物上のポイント)を反射したように見える特定の信号を識別してもよい。受信機は、特に、衛星の位置を指定する情報、反射が受信機に到来した角度を指定する到来角度、信号の強度、受信機の現在地の地形情報など、1つ以上の要因を用いて反射を特定してもよい。たとえば、受信機は、受信機の位置の近くの建物の位置および高さを含んだ定義済みマップを用いてもよい。

40

【0026】

反射に依拠して長時間コヒーレント積分を行うとき、受信機は、この信号が反射であると識別することを鑑みて計算を調整するように構成されてもよい。特に、受信機は、受信

50

機に到達する前に信号を反射した建物またはその他の構造物を反射として判断（すなわち、反射面を識別）してもよい。これは、たとえば、予め算出されたまたは大体の受信機の位置を考慮した周辺エリアの幾何学モデルを参照して行われてもよい。次に、受信機は、反射面に対して衛星の実際の位置を反映させることによって衛星の反射衛星位置を生成してもよい。次に、上述したように、この反射衛星位置を用いて、反射衛星位置に向かう方向に受信機から延びる単位ベクトルを求めてよい。続いて、反射信号についてコヒーレント積分をしきい値期間（たとえば、数十ミリ秒以上）行うときに、特定した単位ベクトルを用いることができる。コヒーレント積分を行うことによって反射信号の S/N 比を上げることができ、その一方でその他の方向から受信機に到来する信号を分離させることも可能になる。反射衛星位置（実際の位置ではなく）に基づいた単位ベクトルを用いてコヒーレント積分が行われるので信号の反射に関する効果が考慮しつつ、信号の S/N 比を正常に上げることができる。

【0027】

例において、受信機または別のコンピューティングデバイス（たとえば、1つ以上のプロセッサ）は、受信機の位置および動きの測定のために信号を用いることに関する動作（たとえば、コヒーレント積分）を行うように構成されてもよい。たとえば、受信機は、コンピューティングデバイスの位置および動きの測定値を提供することに関する1つ以上の動作を実行するように構成された GNSS コンポーネントをさらに備えるコンピューティングデバイスの構成要素であってもよい。別の例では、サーバ装置は、本明細書において示す1つ以上の動作を実行するように構成されてもよい。

【0028】

いくつかの実施の形態では、受信機（または関連するコンピューティングデバイス）は、受信信号に基づいて衛星を分類し、信号が LOS (Line-of-Sight) 衛星から受信されたか、NLOS (Non-Line-of-Sight) 衛星から受信されたかを判断するように構成されてもよい。衛星と受信機との間に信号が横断するための直接路がある場合、当該衛星を、LOS 衛星とみなす。より具体的には、受信機は、建物、陸上の構造物、またはその他の物理エンティティが移動経路を邪魔することなく、LOS 衛星から信号を直接受信してもよい。長時間コヒーレント積分を利用して、かつ、信号が LOS 衛星からの信号であった場合、受信機は、ある方向の受信機から衛星の実際の位置までの単位ベクトルを用いた受信機の速度のドット積を使用して、予想ドップラー値を演算してもよい。

【0029】

いくつかの構造物（たとえば、建物）が衛星と受信機との直接路と干渉する場合、当該衛星を、NLOS 衛星とみなす。干渉のせいで、受信機は、NLOS 衛星から信号を受信できない可能性があり、または、信号が1つ以上の反射面（たとえば、1つ以上の建物）にぶつかって跳ね返ったあと、散乱した信号または信号の反射を受信する可能性がある。長時間コヒーレント積分を利用して、かつ、信号が NLOS 衛星からの信号であった場合、受信機は、単位ベクトルおよび受信機から反射衛星位置まで延びる単位ベクトルを用いた受信機の速度のドット積を使用して、予想ドップラー値を演算してもよい。このような状況では、受信機は、信号を当初送信した衛星の反射衛星位置を判定できるようになるために、反射面（たとえば、どの建物が受信機に向けて信号を反射したのか、または、信号を反射した建物上の特定のポイント）を特定する必要があるであろう。

【0030】

状況によっては、受信機は、LOS 衛星から到来したか NLOS 衛星から到来したかを判断することが難しい信号を受信する場合がある。このように、受信機は、これらの信号を必要な場合にのみ利用する、または、位置の算出および動きの算出を行うときに破棄してもよい。

【0031】

例では、受信機は、衛星から受信した信号を3つの組に分割してもよい。第1組は、1つ以上の LOS 衛星から到来した可能性のある信号に相当する。たとえば、受信機は、L

O S衛星（たとえば、90パーセント以上の可能性）からであるというしきい値確率を少なくとも有する信号を第1組に割り当ててもよい。第1組に含まれる各信号の場合、コヒーレント積分を行うときの角度は、衛星の実際の方向にあるはずである。第2組は、1つ以上のN L O S衛星から到来した可能性のある信号に相当する。たとえば、受信機は、L O S衛星からではないというしきい値確率（たとえば、10パーセント以下）を有する信号を第2組に割り当ててもよい。第2組に含まれる各信号の場合、コヒーレント積分を行うときの角度は、反射した衛星の方向にあるはずである。第3組は、第1組にも第2組にも配置されなかった信号に相当してもよい。第3組に含まれる信号の場合、受信機は、衛星の方向にある角度を用いてもよく、場合によっては、これらの信号をまとめに使用して長時間コヒーレント積分を行うことを避けてもよい。

10

【0032】

上記分割システムを用いる場合、受信機は、その位置および速度を、これらの組に従つて信号に優先順位を付けることによって特定してもよい。特に、受信機は、第1組からの信号を用いることを第2組および第3組からの信号を用いることよりも優先してもよい。また、受信機は、第3組からの信号よりも第2組からの信号を使用することを優先してもよい。よって、受信機は、第1組、第2組、第3組という順番で信号に優先順位を付けてもよい。優先度が低い信号は、低い重みで重み付けされた分析において使用されてもよく、まったく使用しなくてもよい。いくつかの例では、受信機は、逐次実装（たとえば、逐次カルマンフィルタ）を用いてその速度および位置を特定してもよい。このように、位置および速度が何らかの精度および不確実性のしきい値に収束すると、優先度が低い信号は無視してもよい。

20

【0033】

いくつかの例では、受信機は、強度が同様である複数の反射を1つのN L O S衛星から受信してもよい。このような状況では、受信機は、短時間のコヒーレント積分を行うか、反射の組合せを検索して、強度が最も大きい反射を識別するように構成されてもよい。複数の反射が受信機に到来したときに引き起こされ得る予想ドップラーの不確実性という理由から、受信機は、これらの戦略の一方または両方を利用してよい。これに加えて、場合によっては、受信機は、信号がL O S衛星から受信した信号であるか、N L O S衛星からの反射であるかを識別できない場合がある。このように、受信機は、定義済みのしきい値信頼度を上回る信頼度で信号の送信元を確認できない場合、これらの信号を破棄するように構成されてもよい。

30

【0034】

いくつかの実施の形態は、受信機が、受信機に到達する前に複数の反射面（たとえば、複数の建物）を反射した信号を利用することを含んでもよい。このような状況では、受信機は、その衛星から受信機に集まる信号が他にないと判断してもよい。受信機が複数の反射面を反射した信号を、同じ衛星からその他のN L O S信号を受信することなく受信していると判断したことに対応して、受信機は、衛星の最後の反射位置を取得するまで、各反射面に対して衛星を反射させるように構成されてもよい。特に、衛星の最後の反射位置は、反射が受信機に到達する前に信号を反射した最後の反射面を用いて導出されてもよい。受信機は、最後の反射位置を利用して、その後反射信号について長時間コヒーレント積分を行うときに利用できるN L O S衛星の方向ベクトルを求めてよい。

40

【0035】

ここで、例が実装され得るシステム、方法、およびデバイスの詳細について説明する。一般に、説明される方法は、様々な種類のコンピューティングデバイスまたはこれらデバイスの構成要素によって実装されてもよい。一例では、システムは、1つ以上のサーバを備えてもよい。当該1つ以上のサーバは、携帯電話などのデバイスから情報を受信したり、デバイスに情報を提供したりしてもよい。しかしながら、説明する方法は、特に、パソコンコンピュータ、ウェアラブルコンピューティングデバイス、スタンドアロン受信機、またはモバイル機器など、他のコンピューティングデバイスによって実装されてもよい。

50

【 0 0 3 6 】

さらには、例示的なシステムは、本明細書において説明する機能を提供するためにプロセッサによって実行可能なプログラム命令を格納したコンピュータ読み取り可能な媒体の形をとってもよい。よって、例示的なシステムは、このようなプログラム命令を格納したコンピュータ読み取り可能な媒体を格納した、サーバなどのデバイス、またはこのようなデバイスのサブシステムなどの形をとってもよい。

【 0 0 3 7 】

ここで、図面を参照すると、図1は、本開示において説明する動作および／または機能など、様々な動作および／または機能を実行できる例示的なコンピューティングシステム100の簡略ブロック図である。コンピューティングシステム100は、スマートフォン、ポータブルコンピュータ、またはウェアラブルコンピューティングデバイスなど、任意の種類のデバイスに相当してもよく、プロセッサ102、データ記憶部104、通信インターフェース106、ユーザインターフェース108、および／またはGNSS受信機110など、様々な構成要素を備え得る。10

【 0 0 3 8 】

これらの構成要素およびその他の予想される構成要素は、接続機構112を介して互いに（または、別のデバイス、システム、もしくはその他のエンティティに）接続することができる。接続機構112は、2つ以上のデバイス、システム、またはその他のエンティティ間の通信を容易にする機構を表す。このように、接続機構112は、ケーブルまたはシステムバスなど、単純な機構であり得、パケットベースの通信ネットワーク（たとえば、インターネット）など、比較的複雑な機構でもあり得る。場合によっては、接続機構は、（たとえば、接続がワイヤレスである）無形媒体を含み得る。さらに別の実施態様では、コンピューティングシステム100は、より多い数の構成要素を備えることができ、またはより少ない数の構成要素を備えることができ、本明細書において説明する位置特定処理を実行するように構成されたスタンドアロン受信機に相当してもよい。20

【 0 0 3 9 】

プロセッサ102は、汎用プロセッサ（たとえば、マイクロプロセッサ）および／または専用プロセッサ（たとえば、デジタルシグナルプロセッサ（DSP））に相当してもよい。場合によっては、コンピューティングシステム100は、プロセッサの組合せを備えてもよい。30

【 0 0 4 0 】

データ記憶部104は、磁気記憶媒体、光記憶装置、もしくはフラッシュ記憶装置など、1つ以上の揮発性コンポーネント、不揮発性コンポーネント、取り外し可能なコンポーネント、および／もしくは固定ストレージコンポーネントを含んでもよく、ならびに／または、全体または一部をプロセッサ102と統合することができる。このように、データ記憶部104は、プロセッサ102によって実行されるとコンピューティングシステム100に本開示において説明するような1つ以上の動作および／または機能を実行させるプログラム命令（たとえば、コンパイルされたまたはコンパイルされていないプログラムロジックおよび／または機械コード）を格納した非一時的なコンピュータ読み取り可能な記憶媒体の形をとってもよい。コンピューティングシステム100は、本開示において説明される動作および／または機能など、1つ以上の動作および／または機能を実行するように構成することができる。このようなプログラム命令は、ディスクリートソフトウェアアプリケーションを定義し得るおよび／またはディスクリートソフトウェアアプリケーションの一部であり得る。場合によっては、コンピューティングシステム100は、通信インターフェース106および／またはユーザインターフェース108などから入力を受け付けたことに応答して、プログラム命令を実行することができる。また、データ記憶部104は、本開示において説明される種類のデータなど、その他の種類のデータを格納してもよい。40

【 0 0 4 1 】

いくつかの例では、データ記憶部104は、コンピューティングシステム100が横断

10

20

30

40

50

し得るエリアにおける反射面の位置である可能性のある位置を示した1つ以上のマップを格納してもよい。たとえば、これらのマップは、建物およびその他の構造的特徴の位置および高さを表してもよい。また、これに加えて、これらのマップは、信号の受信と干渉し得る山およびその他の陸地など、物理的特徴の位置および高さを示してもよい。コンピューティングシステム100は、外部ソースからこれらのマップを取得してデータ記憶部104に格納してもよい。

【0042】

通信インターフェース106によって、コンピューティングシステム100は、1つ以上のプロトコルに従って別のエンティティに接続するおよび／または通信を行うことができる。ある例では、通信インターフェース106は、Ethernet（登録商標）インターフェースまたはHD-SDI（High-Definition Serial-Digital-Interface）など、有線のインターフェースあり得る。別の例では、通信インターフェース106は、セルラーインターフェースまたはWI-FIインターフェースなど、ワイヤレスインターフェースであり得る。接続は、直接接続であり得、間接接続であり得る。後者は、ルータ、スイッチャー、その他のネットワーク機器など、1つ以上のエンティティを通過および／または横断する接続である。同様に、传送は、直接传送であり得、間接传送であり得る。

10

【0043】

ユーザインターフェース108は、適用可能な場合、コンピューティングシステム100とコンピューティングシステム100のユーザとのやり取りを容易にすることができる。このように、ユーザインターフェース108は、キーボード、キーパッド、マウス、タッチパネル、マイクロフォン、および／もしくはカメラなどの入力コンポーネント、ならびに／または（たとえば、タッチパネルと組み合わせ可能な）表示装置、サウンドスピーカー、および／もしくはハブティックフィードバックシステムなどの出力コンポーネントとを含み得る。より一般的には、ユーザインターフェース108は、コンピューティングシステム100とコンピューティングデバイスシステムのユーザとのやり取りを容易にするハードウェアおよび／またはソフトウェアコンポーネントを含み得る。

20

【0044】

GNSS受信機110は、コンピューティングシステム100が位置の特定処理および速度の特定処理のために備え得る構成要素を表す。GNSS受信機110は、GNSS位置特定を行い得る様々な種類の受信機に相当してもよい。たとえば、GNSS受信機110は、位置の特定処理および速度の特定処理を行うために用いる信号を衛星から受信してもよい。このように、GNSS受信機110は、1つ以上のプロセッサ102、電源、ならびに、表示インターフェースおよびオーディオインターフェースなど様々なインターフェースからの支援を利用して動作してもよい。

30

【0045】

場合によっては、GNSS受信機110は、三辺測量および／または他の工程を行って、コンピューティングシステム100の位置を特定してもよい。三辺測量は、3つの異なるランドマークからの正確な距離を把握しているマップ上の位置を一対のコンパスを用いて特定することに類似している。ここで、この位置は、各サークルの半径が各ランドマークからの距離に相当するとした場合、ランドマークの各々の上で3つのサークルが重なる点に相当してもよい。実際は、GNSSを用いた位置の特定は、1組の連立方程式を用いて実装された三辺測量術を利用して行われる。ここで、各式は、受信機の位置に応じた1つの特定の衛星までの距離を記述している。ほとんどの場合、4つ以上の連立方程式がある。

40

【0046】

様々な技術を利用して、GNSS受信機110は、1組の衛星からの信号を用いて受信機のユーザの位置および速度を算出してもよい。いくつかの例では、GNSS受信機110は、2つの連続した位置を区別する（すなわち、ユーザ位置の微分係数を近似させる）ことによって速度を予測してもよい。この技術は、実行するのが簡単であるかもしれない

50

が、その他の技術ほど正確ではないかもしない。特に、疑似距離ベースの位置精度に依拠するため、2つの連続した位置を区別することでは、メートル／秒レベルの精度を有する結果が生成される可能性がある。

【0047】

その他の例では、GNSS受信機110は、ユーザの移動と衛星の移動に関するドップラー測定値を用いることによってコンピューティングシステム100の速度を特定してもよい。ユーザと衛星との相対運動によって生成される受信信号のドップラー周波数シフトによって、1秒当たり数センチメートル内で正確に速度を特定することが可能になる。これに加えて、GNSS受信機110は、連続したキャリア位相測定値（時間差動的キャリア位相（TDCP））の差を処理することによって性能を上げてもよい。このような戦略によって、GNSS受信機110が受信機の追跡ループからの出力された生のドップラー測定値のみを用いた場合よりも1桁分正確に速度を算出することが可能になり得る。

10

【0048】

このように、GNSS受信機110は、コンピューティングシステム100またはコンピューティングシステム100上のアプリケーションが位置、速度、および方向情報に素早くアクセスして利用することを可能にしてもよい。一般に、位置は、高度を含む3つの次元で特定されてもよい。GNSS受信機110は、Bluetooth（登録商標）またはWi-Fi信号を介して受信した情報を用いて位置の特定を補うように構成されてもよい。

20

【0049】

上記したように、接続機構112は、コンピューティングシステム100の構成要素同士を接続してもよい。接続機構112は、有線接続として図示されているが、いくつかの実施態様では、ワイヤレス接続が用いられてもよい。たとえば、通信リンク112は、ユニバーサルシリアルバスまたはパラレルバスなど、有線のシリアルバスであってもよい。また、有線接続は、プロプライエタリ接続であってもよい。また、同様に、通信リンク112は、特に、たとえば、Bluetooth無線技術、IEEE802.11（任意のIEEE802.11リビジョンを含む）に記載されている通信プロトコル、セルラー技術（GSM（登録商標）、CDMA、UMTS、EV-DO、WiMAX、LTE、または5Gなど）、またはZigbee（登録商標）テクノロジーを利用したワイヤレス接続であってもよい。

30

【0050】

図2は、1組の衛星からの信号を用いて位置を特定する受信機202を示す図である。特に、図2は、受信機202が複数の衛星からの信号（衛星204A、衛星204B、衛星204C、および衛星204D）を受信および使用してユーザの位置を特定することを含む一般的な状況を表すためのシナリオ200を図示している。その他の実施態様では、シナリオ200は、より多くのまたは少ない衛星および／または受信機を含んでもよい。

【0051】

図示されているように、受信機202は、1組の衛星（衛星204A、衛星204B、衛星204C、および衛星204D）から信号を受信している。受信機202は、コンピューティングシステム100および／またはより多くのまたは少ない構成要素を有する別のデバイスに相当してもよい。たとえば、受信機202は、予想される他のデバイスの中でも特に、スマートフォン、ウェアラブルコンピューティングデバイス、または車載GNSSシステムに相当してもよい。

40

【0052】

GNSSネットワークにある衛星204A～204Dおよびその他の衛星は、地球の周囲を軌道を描いて回り、受信機が位置を特定するために使用し得る情報を有する信号を定期的に送信してもよい。各送信信号は、衛星が衛星の原子クロックに基づいて地球上に向けて信号を送信した時刻を示すものなど、受信機が位置の特定を行うことを支援する情報を含んでもよい。また、送信信号は、衛星のクロックとGPS時刻との関係を示したもの、またはその他のGNSSの基準時間、および受信機が送信側衛星の位置を特定するのに

50

役立つ正確な軌道情報など、その他の情報を提供してもよい。このように、受信機 202 およびその他の受信機は、1組の衛星から定期的に送信される信号を受信して、位置および／または速度などその他の予想される情報を特定してもよい。複数の衛星（たとえば、4つの衛星）から信号を受信することによって、受信機が、上述した三辺測量の計算など、位置の特定処理を実行することが可能になってもよい。

【0053】

場合によっては、受信機 202において受信された1つ以上の信号は、受信機 202に到達する前に建物またはその他の機械構造物など、1つ以上の特徴を反射した信号であってもよい。たとえば、受信機 202は、受信機 202が近くに位置しているときに衛星 204A～204Dからの信号を反射する可能性のある複数の大きな建物がある町に位置してもよい。このように、受信機 202は、本明細書において説明する処理を実行して、反射のせいで1つ以上の信号が移動した余分な経路を計算に含めた正確な位置を特定してもよい。

10

【0054】

全体的に、いくつかの信号を送信側衛星から受信し、いくつかの信号を受信機 202の大体の位置に位置する1つ以上の特徴を反射した後に受信するなど、受信機 202は、様々な方法で信号を受信してもよい。これに加えて、図2には示していないが、受信機 202は、所与の衛星と受信機 202との間のすべての経路を完全に遮断している1つ以上の特徴のせいで当該所与の衛星からいくつかの信号を受信できない場合がある。

20

【0055】

図3は、例示的な実施の形態に係る、受信機による速度の求め方を示す図である。シナリオ 300は、受信機 302を基準に衛星 304の位置が変化すると衛星 304から信号を受信する受信機 302を図示している。図3では衛星 304しか示していないが、受信機 302は、他の複数の衛星からの信号（たとえば、合計で4つの衛星）を用いて正確にその速度を特定してもよい。

30

【0056】

受信機 302は、GNSSから信号をパッシブに受信するように構成された受信機を有する任意の種類のデバイスを表す。いくつかの例では、受信機 302は、車載ナビゲーションシステムに相当してもよく、速度変化を連続して測定するように構成されてもよい。また、受信機 302は、スタンドアロン受信機に相当してもよい。

【0057】

上述したように、受信機 302は、様々な技術を利用して速度を算出するように構成されてもよい。たとえば、受信機 302は、以下のように受信機の位置の近似微分係数を形成することによって速度を予測するように構成されてもよい。

【0058】

【数1】

$$\dot{\mathbf{r}} = \frac{d\mathbf{r}}{dt} = \frac{\mathbf{r}(t_2) - \mathbf{r}(t_1)}{t_2 - t_1} \quad [1]$$

【0059】

式1を利用することによって、選択した期間にわたって速度がほぼ一定である（すなわち、第1時刻 (t_1) と第2時刻 (t_2) との間に時間に加速または急激な動きの影響を受けない）限り、受信機 302が速度を特定することが可能になってもよい。よって、異なる2つの連続した位置を区別することによって受信機 302の速度を推定することは受信機 302にとって容易であるかもしれないが、受信機 302は、キャリア位相測定値を処理するなど、他の技術を用いてもよい。

40

【0060】

キャリア位相測定値を処理することで、受信機 302が、受信した衛星信号（たとえば、信号 306、307、308）のドップラー周波数を精密に予測することが可能になつてもよい。上述したように、ドップラーシフトは、受信機 302に対する衛星 304の相

50

対運動によって生成される。天体位置情報と、受信機 302 がアクセス可能な（たとえば、受信機 302 にあるメモリに格納されている）軌道モデルとを用いて、衛星の速度ベクトル v が演算されてもよい。天体位置情報は、時間経過に伴う衛星 304 およびその他の衛星の軌跡（たとえば、位置および速度）を提供することができる。

【0061】

衛星 304 が軌道に乗ると、受信機 302 において受信した周波数は、衛星 304 が（たとえば、第 1 の位置 310 および第 2 の位置 311 から）受信機 302 に接近すると高くなり、衛星 304 が（たとえば、第 2 の位置 311 から第 3 の位置 312 に）受信機 302 から後退すると低くなる。よって、受信機 302 において受信した周波数は、衛星 304 が第 1 の位置 310 から第 2 の位置 311 に向かって受信機 302 に向けて移動すると高くなり、衛星 304 が第 2 の位置 311 から第 3 の位置 312 に向かって受信機から離れると低くなる。このように、衛星 304 が受信機 302 に対してその最も近い位置にあるとき（たとえば、衛星 304 が受信機 302 の上方である第 2 の位置 311 に位置しているとき）、ドップラーシフトはゼロである。この地点では、受信機 302 に対する衛星 304 の速度の法線成分はゼロである。衛星 304 がこの地点（すなわち、第 2 の位置 311）を通過すると、周波数は、符号を変化させる（すなわち、 f の符号が変化する）。受信機 302 では、受信した周波数 (f_R) を、以下のようなドップラー式によって近似させることができる。

【0062】

【数 2】

$$f_R = f_T \left(1 - \frac{(v_r \cdot a)}{c} \right) \quad [2]$$

【0063】

【表 1】

ここで、 f_T は、送信された衛星信号の周波数を表し、 v_r は、衛星から受信機までの相対的な速度ベクトルであり、 a は、受信機 302 から衛星 304 までの視線に沿ってある方向に向いている単位ベクトルであり、 c は、伝播速度である。ドット積 $v_r \cdot a$ は、衛星 304 の視線に沿った相対的な速度ベクトルの法線成分を表す。このように、ベクトル v_r は、次のような速度差として与えられる。

【0064】

【数 3】

$$v_r = v - \dot{r}. \quad [3]$$

【0065】

【表 2】

ここで、 v は、衛星 304 の速度であり、 \dot{r} は、受信機 302 の速度であり、両方とも共通の ECEF (Earth-Centred, Earth-Fixed) フレームを基準とする。相対運動によるドップラーオフセットは、以下のような関係式から得られる。

【0066】

【数 4】

$$\Delta f = f_R - f_T = -f_T \frac{(v - \dot{r}) \cdot a}{c} \quad [4]$$

10

20

30

40

50

【 0 0 6 7 】

【表 3 】

受信機 302 など、受信機は、様々な技術を利用して、受信したドップラー周波数からユーザ速度を取得してもよい。たとえば、例示的な技術では、受信機 302 の位置 r が特定済みであり、線形化ポイントからのズレ($\Delta x_u, \Delta y_u, \Delta z_u$)が受信機 302 の要件内であると想定してもよい。3 次元の受信機速度 $\dot{r} = (\dot{x}_r, \dot{y}_r, \dot{z}_r)$ を演算することに加えて、この技術は、受信機 302 のクロックドリフト \dot{t}_r を求めることを含んでもよい。よって、N 番目の衛星の場合、式 3 を式 2 に代入することによって以下の式が得られる。

10

【 0 0 6 8 】

【 数 5 】

$$f_{Rn} = f_{Tn} \left\{ 1 - \frac{1}{c} [(\mathbf{v}_n - \dot{\mathbf{r}}) \cdot \mathbf{a}_n] \right\} \quad [5]$$

【 0 0 6 9 】

衛星送信周波数 f_{Tn} は、実際に送信された衛星の周波数である。衛星周波数の生成およびタイミングは、非常に正確な自走の原子標準に基づいて構成されてもよい。原子標準は、システム時刻からずれていてもよい。

20

【 0 0 7 0 】

地上管制 / 管理ネットワークによって、このオフセットを定期的に補正するためのいくつかの補正值が生成されてもよい。たとえば、補正值は、ナビゲーションメッセージにおいて使用可能であってもよく、実際の衛星送信周波数を得るために受信機が適用させることができる。その結果、以下が求められる。

【 0 0 7 1 】

【 数 6 】

$$f_{Tn} = f_0 + \Delta f_{TN} \quad [6]$$

30

【 0 0 7 2 】

ここで、 f_0 は、公称の、送信された衛星の周波数を表し、 f_{Tn} は、ナビゲーションメッセージの更新から求めた補正を表す。

【 0 0 7 3 】

【 表 4 】

N 番目の衛星（たとえば、衛星 304）からの信号について、測定された受信信号周波数予測は、 f_n で示される。これらの測定値は、エラーであり、 f_{Rn} 値とは周波数バイアスオフセット分だけ異なる。このオフセットを、GPS システム時刻に対するユーザクロックのドリフト率 \dot{t}_u に関連付けることができる。値 \dot{t}_u は、数秒／秒単位であり、基本的に、受信機 302 のクロックが GPS システム時刻よりも早くまたは遅く動作する速度を示す。クロックドリフト誤差 f_n および f_{Rn} は、以下の式によって関連付けることができる。

40

【 0 0 7 4 】

【 数 7 】

$$f_{Rn} = f_n (1 + \dot{t}_u) \quad [7]$$

50

【0075】

【表5】

ここで、受信機302のクロックが早く動作している場合、 \dot{t}_u は、正の値であると考えられる。式7を式5に代入することによって、以下の式が生成される。

【0076】

【数8】

$$\frac{c(f_n - f_{Tn})}{f_{Tn}} + \mathbf{v}_n \cdot \mathbf{a}_n = \dot{\mathbf{u}} \cdot \mathbf{a}_n - \frac{cf_n \dot{t}_u}{f_{Tn}} \quad [8]$$

10

【0077】

ドット積をベクトルコンポーネントに換算して展開すると、以下が得られる。

【0078】

【数9】

$$\begin{aligned} & \frac{c(f_n - f_{Tn})}{f_{Tn}} + v_{xn} a_{xn} + v_{yn} a_{yn} + v_{zn} a_{zn} \\ &= \dot{x}_u a_{xn} + \dot{y}_u a_{yn} + \dot{z}_u a_{zn} - \frac{cf_n \dot{t}_u}{f_{Tn}} \quad [9] \end{aligned}$$

20

【0079】

【数10】

$$\mathbf{v}_n = (v_{xn}, v_{yn}, v_{zn}), \mathbf{a}_n = (a_{xn}, a_{yn}, a_{zn}), \dot{\mathbf{u}} = (\dot{x}_u, \dot{y}_u, \dot{z}_u)$$

【0080】

よって、式9の左辺にあるすべての変数は、算出されるか測定値から導出されるかのいずれかである。 a_n の成分は、（速度の演算よりも前であると想定される）受信機302の位置を特定する間に取得される。 v_n の成分は、天体位置データおよび衛星軌道モデルから求められる。 f_{Tn} は、上に示した式6、およびナビゲーション更新から導出された周波数補正值を用いて予測することができる。場合によっては、周波数補正是必要でなくともよく、 f_{Tn} は、に f_0 置き換えることができる。 f_n は、受信機のデルタレンジの測定値で表すことができる。

30

【0081】

式9を簡素化するために、以下の変数 d_n を用いてもよい。

【0082】

【数11】

$$d_n = \frac{c(f_n - f_{Tn})}{f_{Tn}} + v_{xn} a_{xn} + v_{yn} a_{yn} + v_{zn} a_{zn} \quad [10]$$

40

【0083】

式9に示す f_n / f_{Tn} という項を、計算において誤差を生じさせることなく近似させることができる。その結果、式9を以下のように書き換えることができる。

【0084】

【数12】

$$d_n = \dot{x}_r a_{xn} + \dot{y}_r a_{yn} + \dot{z}_r a_{zn} - c \dot{t}_r \quad [11]$$

【0085】

50

【表 6】

よって、4つの未知数： $\dot{r} = \dot{x}_r, \dot{y}_r, \dot{z}_r, \dot{t}_r$ がある。これらの未知数は、4つの衛星からの測定値を利用することによって解くことができる。未知数の数は、行列代数を用いた1組の一次方程式を解くことによって求めることができる。行列／ベクトル方式は、以下の通りである。

【0 0 8 6】

【数 1 3】

$$\mathbf{d} = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} \quad \mathbf{H} = \begin{bmatrix} a_{x1} & a_{y1} & a_{z1} & 1 \\ a_{x2} & a_{y2} & a_{z2} & 1 \\ a_{x3} & a_{y3} & a_{z3} & 1 \\ a_{x4} & a_{y4} & a_{z4} & 1 \end{bmatrix} \quad \mathbf{g} = \begin{bmatrix} \dot{x}_r \\ \dot{y}_r \\ \dot{z}_r \\ -c\dot{t}_r \end{bmatrix} \quad [12]$$
10

【0 0 8 7】

上に示したように \mathbf{H} は、受信機の位置を特定するための式で用いられる行列と同一である。行列表記では、以下の通りである。

【0 0 8 8】

【数 1 4】

$$\mathbf{d} = \mathbf{H}\mathbf{g} \quad [13] \quad \text{20}$$

【0 0 8 9】

速度および時刻ドリフトの解は、以下のように求められる。

【0 0 9 0】

【数 1 5】

$$\mathbf{g} = \mathbf{H}^{-1}\mathbf{d} \quad [14] \quad \text{30}$$

【0 0 9 1】

速度の公式化において用いられる周波数の予測値に繋がる位相測定値は、測定ノイズおよびマルチパスなどのエラーなどによって不正な値になってしまう場合がある。さらには、受信機 302 の速度の演算は、受信機 302 の位置の精度および衛星の天体位置ならびに衛星の速度の正確な知識によって左右される。いくつかの例では、5つ以上の衛星に対する測定が行われた場合、最小二乗推定法を採用して未知数の予測を改善させてもよい。

【0 0 9 2】

図 4 A は、衛星 404 から信号 406 を直接受信している受信機 402 を示す例示的なシナリオ 400 を示す図である。状況によっては、受信機は、建物またはその他の高い構造物からの干渉なしで衛星から信号を受信できるように位置していてもよい。たとえば、高い構造物がない開けたエリアに位置した受信機は、その速度を正確に予測するのに十分な信号を受信することができる場合が多い。このような状況では、衛星と受信機との視線が開かれている（すなわち、干渉がない）ので、送信側衛星は、受信機に対して LOS 衛星であると考えられてもよい。

【0 0 9 3】

シナリオ 400 に示すように、受信機 402 は、干渉なしで衛星 404 からの直接路を介して信号 406 を受信するように位置している。その結果、現在地にある衛星 404 は、受信機 402 に対して LOS 衛星であると考えることができる。よって、信号 406 は、さらに変更を行うことなく位置および速度の算出に用いることができる。いくつかの例では、衛星 404 の位置および向きに加えて、受信機 402 は、その大体の位置および当該位置の地形情報を用いて、信号 406 が干渉なしで受信されたと判断してもよい。

40

50

【 0 0 9 4 】

図 4 B は、衛星 4 1 2 から信号 4 1 4 A を直接受信できなかった後の反射信号 4 1 4 B を受信機 4 0 2 が受信している様子を示した例示的なシナリオ 4 1 0 を示す。状況によつては、受信機は、受信機に到達する前に信号を遮断または反射させ得る大きな建物またはその他の構造物のせいで信号の受信を邪魔される場合がある。

【 0 0 9 5 】

シナリオ 4 1 0 は、特徴 4 1 6 が存在するために受信機 4 0 2 が衛星 4 1 2 から信号 4 1 4 A を直接受信できなくなっている例示的な状況を表している。特に、特徴 4 1 6 は、特徴 4 1 6 の近くに位置する受信機 4 0 2 およびその他の受信機が 1 つ以上の送信側衛星から信号を受信できないようにし得る大きな建物または別の種類の構造物を表してもよい。図示されているように、特徴 4 1 6 は、受信機 4 0 2 に対する軌道における衛星 4 1 2 が送信した信号 4 1 4 A のその向きおよび位置からの経路を完全に遮断するように位置している。

10

【 0 0 9 6 】

受信機 4 0 2 は、衛星 4 1 2 から信号 4 1 4 A を直接受信できないと図示されているが、受信機 4 0 2 は、衛星 4 1 2 からの信号を受信して位置を特定するために用いることができる。シナリオ 4 1 0 にさらに示すように、受信機 4 0 2 は、信号 4 1 4 B が特徴 4 1 8 に反射した後の反射信号 4 1 4 B を受信してもよい。信号 4 1 4 B を受信すると、受信機 4 0 2 に対する衛星 4 1 2 の位置および向き、地形情報、衛星 4 1 2 に対する信号 4 1 4 B の受信角度および受信機 4 0 2 の位置など、様々な要因に基づいて、受信機 4 0 2 は、信号 4 1 4 B が反射に相当し得ると識別してもよい。たとえば、受信機 4 0 2 は、地形情報ならびに衛星 4 1 2 の位置および向きを用いて、特徴 4 1 6 の位置は受信機 4 0 2 に対する位置であると判断し、特徴 4 1 6 が衛星 4 1 2 から信号 4 1 4 A を受信機 4 0 2 が直接受信できないようにしている全体的な高さを特定してもよい。この分析が、特徴 4 1 8 に対する受信機 4 0 2 の測位および衛星 4 1 2 の大体の位置に基づいて信号 4 1 4 B が反射である可能性があるとする受信機 4 0 2 の判断を、さらに支援してもよい。

20

【 0 0 9 7 】

図 5 は、反射した G N S S 信号に対する感度を高める方法 5 0 0 のフローチャートである。方法 5 0 0 は、ブロック 5 0 2、5 0 4、5 0 6、5 0 8、および 5 1 0 のうち 1 つ以上に例示されるような 1 つ以上の動作、機能、または動作を含んでもよい。これらのブロックは連続した順序で示されているが、これらのブロックは、場合によっては、並列で行われてもよく、および / または本明細書において説明される順序とは異なる順序で行われてもよい。また、様々なブロックをより少ないブロックに組み合わせてもよいし、さらなるブロックに分割してもよいし、および / または、所望の実施態様に基づいて省いてもよい。

30

【 0 0 9 8 】

これに加えて、本明細書に記載の方法 5 0 0 ならびにその他の工程および方法の場合、このフローチャートは、本実施の形態の 1 つの予想される実施態様の機能および動作を示す。この点に関して、各ブロックは、モジュール、セグメント化、またはプログラムコードの一部を表してもよく、工程において特殊な論理関数またはステップを実装するためのプロセッサによって実行可能な 1 つ以上の命令を含む。プログラムコードは、たとえば、ディスクまたはハードドライブを含む記憶装置など、任意の種類のコンピュータ読み取り可能な媒体またはメモリ上に格納されてもよい。

40

【 0 0 9 9 】

コンピュータ読み取り可能な媒体は、たとえば、レジスタメモリ、プロセッサキャッシュ、および R A M (R a n d o m A c c e s s M e m o r y) のように、データを短期間格納するコンピュータ読み取り可能な媒体など、非一時的なコンピュータ読み取り可能な媒体を含んでもよい。また、コンピュータ読み取り可能な媒体は、たとえば、R O M (R e a d O n l y M e m o r y)、光ディスクまたは磁気ディスク、C D - R O M (c o m p a c t - d i s c r e a d o n l y m e m o r y) のような補助長期記憶装置

50

または永続長期記憶装置など、非一時的な媒体またはメモリを含んでもよい。

【0100】

また、コンピュータ読み取り可能な媒体は、任意のその他の揮発性または不揮発性記憶システムであってもよい。コンピュータ読み取り可能な媒体は、たとえば、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体、有形記憶装置、またはその他の製品と考えられてもよい。さらには、本明細書に記載の方法500ならびにその他の工程および方法の場合、図5の各ブロックは、工程において特殊な論理関数を実行するために有線で接続された回路を表してもよい。

【0101】

ブロック502において、方法500は、受信機に到達する前に反射面に反射した特定の測位信号を識別するステップを含む。受信機は、移動中に特定の測位を受信して識別してもよい。

10

【0102】

受信機（たとえば、受信機202）は、GNSSネットワークにおいて動作している複数の衛星から信号を受信するGNSS受信機であってもよい。受信機は、複数の衛星からの信号を用いて、位置ならびに／または、受信機の現在地および速度など、その他の情報を特定してもよい。その他の例では、受信機は、同じ衛星から複数の信号（たとえば、2つ以上の信号）を受信して追跡してもよい。たとえば、受信機は、同じ衛星からの2周波の信号（たとえば、L1およびL5）を監視するように構成されてもよい。

20

【0103】

いくつかの実施態様では、受信機は、位置の算出を行うときの受信機に対する衛星の位置を記述した軌道情報、および衛星のクロックに従って、衛星が信号を送信した時刻の表示を用いてもよい。いくつかの例では、受信機は、少なくとも4つの衛星からの信号を受信して、三辺測量による識別を可能にしてもよい。

【0104】

これに加えて、衛星から測位信号を受信したことに応答して、受信機は、ドップラーシフトを検出してもよい。このように、ドップラーシフトを検出したことに応答して、受信機は、特定の信号が反射であると識別してもよい。

【0105】

さらに別の実施態様では、受信機は、情報の組合せに基づいて、信号が反射信号に対応すると識別してもよい。たとえば、受信機は、受信機の大体の位置についての地形情報、受信機のおおよその位置、および衛星の位置を用いて、反射信号に相当する可能性のある1つ以上の受信信号を識別してもよい。受信機は、当該大体の位置における建物および／またはその他の特徴の位置および高さを用いて、反射信号であると思われる信号を識別することを支援してもよい。たとえば、受信機は、一般的なエリアの地形情報ならびに受信機および衛星の位置を用いて、直接路が遮断されている可能性のある信号を識別してもよいため、これらの信号は、受信機に到達する前に反射された1つ以上の特徴であろう。

30

【0106】

ブロック504において、方法500は、特定の測位信号を送信した衛星の反射衛星位置を、当該特定の測位信号を識別したに基づいて特定するステップを含む。受信機は、反射面に対して衛星の位置を反映することによって反射衛星位置を特定してもよい。場合によっては、受信機は、そのエリアにおける反射面の定義済みマップ（たとえば、3D市内地図または地形図）を用いて反射面を検出してもよい。定義済みマップは、受信機の位置に基づいてもよい。

40

【0107】

ブロック508において、方法500は、衛星の反射衛星位置までの方向ベクトルを求めるステップを含む。たとえば、方向ベクトルは、受信機から反射衛星位置に向かって延在してもよい。

【0108】

ブロック510において、方法500は、反射衛星位置までの方向ベクトルに基づいて

50

、コヒーレント積分をしきい値期間行って特定の測位信号の S/N 比を上げるステップを含む。受信機は、コヒーレント積分をしきい値期間行うことによって、1つ以上の方向から受信機に到来する信号を分離させることを可能にしてもよい。

【0109】

コヒーレント積分を行うことは、衛星から特定の測位信号を受信するときに方向ベクトルに沿った指向性利得を上げることを含んでもよい。これに加えて、コヒーレント積分を行うことは、受信機の周波数を調整して衛星からの特定の測位信号のドップラーに一致させることを含んでもよい。

【0110】

いくつかの例では、受信機は、1組の衛星から複数の測位信号を受信して、特定の測位信号およびその他の測位信号を用いて受信機の位置を特定してもよい。また、受信機は、その速度を、これらの測位信号を用いて求めてよい。ひいては、受信機の速度に基づいて、受信機は、コヒーレント積分をしきい値期間行って特定の測位の S/N 比を上げてもよい。速度の測定値は、コヒーレント積分を行うときの補足としての役割を果たしてもよい。場合によっては、受信機は、その速度を1つ以上のセンサ（たとえば、慣性計測装置）を用いて特定し、コヒーレント積分を行うときに当該速度を利用してもよい。

10

【0111】

いくつかの例では、方法 500 は、LOS 衛星からの測位信号と逐次フィルタ（たとえば、カルマンフィルタ）のみを用いて、受信機の次の位置および次の速度を特定するステップを含んでもよい。カルマンフィルタは、システムの動的モデル（たとえば、運動の法則）、そのシステムへの既知の制御入力、および（たとえば、さらに別の信号および/またはセンサからの）複数の連続した測定値を用いて、1つの測定値だけを用いて得られる予測よりもよいシステムの変動量（その状態）の予測を形成してもよい。コンピューティングシステムは、カルマンフィルタを使用してセンサーフュージョンおよびデータフュージョンを行ってもよい。

20

【0112】

いくつかの例では、受信機は、1組の衛星から測位信号を受信してもよい。これらの信号を用いて、受信機は、反射面の定義済みマップおよび各測位信号に含まれる情報に基づいて、複数の測位信号の中から、LOS 衛星から送信された第1組の測位信号と、NLOS 衛星から送信された第2組の測位信号とを識別してもよい。受信機は、測位信号のうち、第1組の測位信号または第2組の測位信号に該当しない1つ以上の測位信号を破棄してもよい。

30

【0113】

いくつかの例では、受信機は、第1組の測位信号が3つ以下の測位信号を含むと判断してもよい。この判断に基づいて、第1組の測位信号と、第2組の測位信号のうち少なくとも1つの測位信号との組合せを用いて、受信機はその位置および速度を特定してもよい。用いられる第2組の信号の数は、使用可能な第1組の信号の数によって異なってもよい。このように、受信機は、第1組の信号を優先してもよい。第2組の測位信号の中から用いられる測位信号ごとに、受信機は、当該信号を送信した衛星の反射衛星位置を特定してもよい。受信機は、反射衛星位置までの方向ベクトルを求めて、コヒーレントをしきい値期間行って信号の S/N 比を上げてもよい。さらに、受信機は、コヒーレント積分を当該しきい値期間行って第2組からの信号の S/N 比を上げたことに基づいて、受信機の位置および速度を特定してもよい。

40

【0114】

いくつかの例では、第1組の測位信号と第2組の測位信号のうち少なくとも1つの測位信号との組合せを用いて受信機の位置および速度を特定することは、各信号に重みを割り当てるなどを含んでもよい。たとえば、受信機は、第1組の測位信号に含まれる各測位信号に第1の重みを割り当てて、第2組の測位信号に含まれる各測位に第2の重みを割り当ててもよい。第2の重みは、第1の重みとは異なる（たとえば、第2の重みは、第1の重みよりも小さい）。次に、受信機は、加重平均分析に基づいて、第1組の測位信号と、第

50

2組の測位信号のうち少なくとも1つの測位信号との組合せを用いて受信機の位置および速度を特定もよい。加重平均分析によって、重みが大きい信号（たとえば、第1組の信号）にはより多くの重みが与えられ（たとえば、より大きな値を割り当てられ）てもよい。

【0115】

いくつかの例では、受信機（または関連するコンピューティングデバイス）は、1組の測位信号のうち、受信機に到達する前に第2の反射面を反射した第2の測位信号を特定してもよい。受信機は、特定の測位信号と第2の測位信号との比較を行って、第2の測位信号を破棄してもよい。たとえば、受信機は、特定の測位信号を送信した衛星が第2の測位信号も送信したと判断し、第2の測位信号よりも特定の信号のほうが優勢であると判断してもよい。特定の信号および第2の信号は、いずれも、異なる反射面（たとえば、異なる建物）から受信機に到来する同じ信号の反射であってもよい。このように、受信機は、長時間コヒーレント積分、ならびに次の速度算出および位置算出に優勢な反射を用いてもよい。優勢であるとは、優勢でない信号（たとえば、同じ信号の別の反射）と比べて、特定の信号（または信号の反射）がより強い強度で受信されること、または、受信機が当該信号をより簡単に利用できることもしくはより正確な測定値に利用できることを示してもよい。

10

【0116】

いくつかの例では、受信機は、受信機において受信された第2の測位信号を第2の衛星が送信したと判断してもよい。特に、第2の衛星は、NLOS衛星であってもよい。このように、第2の衛星が第2の測位信号を送信したと判断したことに基づいて長時間コヒーレント積分を用いて受信機の速度および位置を特定するとき、受信機は、第2の測位信号を破棄してもよい。特に、受信機は、その他の衛星からの信号が十分に使用可能である場合、第2の信号を破棄してもよい。

20

【0117】

図6は、例示的な実施の形態に係る、コヒーレント積分を行っている受信機を示す図である。速度(v)606で移動中の受信機602が図示されている。これに加えて、受信機602は、角度(θ)608で衛星604から到来する1つ以上の信号を受信している。このように、受信機602は、1つ以上の衛星604から受信した信号について、コヒーレント積分をしきい値期間行ってもよい（たとえば、数十ミリ秒以上）。コヒーレント積分をしきい値期間（たとえば、数十ミリ秒以上）行う（本明細書において、長時間コヒーレント積分を行うとも言う）ことは、受信機602が角度(θ)608を有する信号の指向性の利得を上げることを可能にし得る。その結果、受信機602は、衛星604の方向の利得610を上げて、その他の方向の利得を下げてもよく、このようにマルチパスを抑制する。特に、マルチパスを抑制することは、受信機602が衛星604から受信した信号のS/N比および測定精度を上げることを可能にする。

30

【0118】

図7Aおよび図7Bは、例示的な実施の形態に係る、反射信号に対する感度を高めている受信機を示すシナリオを説明する図である。シナリオ700は、受信機がその速度を推定する際に送信側衛星から信号を直接受信できないことを含む状況を表すように示されている。たとえば、受信機702が大きな建物がある市街での車両走行用のナビゲーションシステムに相当する場合、シナリオ700が生じ得る。大きな建物は、衛星704からの信号の受信を遮断または干渉する場合がある。

40

【0119】

図7Aは、例示的な実施の形態に係る、衛星704からの信号712の反射を受信する受信機702を示す図である。状況によっては、市内のナビゲーション中など、受信機は、受信機の性能に影響を与える建物およびその他の障害物に遭遇する場合がある。特に、建物は、衛星から信号を直接受信するという受信機の機能を邪魔する可能性がある。これらの状況では、受信機は、1つ以上の信号を反射という形で受信してもよい。反射とは、受信機に到達する前に1つ以上の障害物（たとえば、1つ以上の建物）に反射した後に受信機に到来する信号である。

50

【 0 1 2 0 】

シナリオ 700 は、受信機 702 が障害物（たとえば、建物 706、708）に対するその位置、および受信機 702 に対する衛星 704 の位置のせいで反射を受信し得る例示的な状況を示している。特に、受信機 702 は、信号 712 が建物 708 に跳ね返った後に信号 712 の反射を受信することが図示されている。また、建物 706 が受信機 702 と衛星 704 との直接路を遮断しているために受信機 702 が信号 710 を受信できないことが図示されている。

【 0 1 2 1 】

図 7B は、例示的な実施の形態に係る、衛星 704 からの信号 712 の反射に対する感度を高めている受信機 702 を示す。建物 706 と 708 との間を速度 714 で移動中の受信機 702 が図示されている。10

【 0 1 2 2 】

衛星からの信号を処理するとき、受信機 702（または関連するコンピューティングデバイス）は、コヒーレント積分を行ってもよい。このコヒーレント積分は、信号 712 を拡散コードのローカルコピーで乗算することを含む。拡散コードは、理論上、受信信号との位相コヒーレンスを維持する。受信信号のドップラーが変化した場合、特に長時間コヒーレント積分（すなわち、数十ミリ秒または数百ミリ秒、またはそれ以上の時間のコヒーレント積分）を行う際に拡散コードのローカルコピーのドップラーを変更して位相コヒーレンスを維持するべきである。上記したような衛星に向かう単位ベクトルを用いた受信機の新しい速度のドット積から新しいドップラー値が演算され得るよう、受信機 702 の速度 714 が変化した場合にドップラー変化が生じる場合がある。位相コヒーレンスを維持するために新しいドップラー値を演算することは、「密結合」、「超密結合」、および「S - GPS」としても知られている。20

【 0 1 2 3 】

受信機 702 は、その位置および速度 714 を算出するために、信号 712 の反射を利用してもよい。特に、信号 712 の反射は、衛星 704 の現在地からではなく、建物 708 の向こうの方向から到来しているように見える。よって、信号 712 の反射の S/N 比を上げるために、受信機 702 は、建物 708 を反射面であると識別し、建物 708 に対して衛星 704 の位置を反射させて反射衛星位置 716 を予測するように構成されてもよい。図 7B に示すように、反射衛星位置 716 は、信号 712 の反射が反射衛星位置 716 の同じ方向から到来しているように見えるように位置している。30

【 0 1 2 4 】

衛星 704 の反射衛星位置 716 を予測するために、受信機 702 は、反射面を通る座標系 (X, Y, Z) を論理的に配置してもよい。よって、衛星 704 の現在地が座標 (x, y, z) に位置している場合、受信機 702（または、関連するプロセッサ）は、衛星 704 の反射衛星位置 716 が座標 (-x, y, z) に位置していると予測してもよい。次に、受信機 702 は、受信機 702 の速度を特定するときに、反射衛星位置 716 を利用して受信機 702 から反射衛星位置 716 に向かって伸びる方向ベクトルを求めて、衛星 704 に対応付けてもよい。反射衛星位置 716 までの方向ベクトルに基づいて、受信機 702 は、コヒーレント積分をしきい値期間（たとえば、数十ミリ秒以上）行って、測位信号の S/N 比を上げてもよい。40

【 0 1 2 5 】

図 8 は、例示的な実施の形態に係る、複数の建物を反射した信号を使用して長時間コヒーレント積分を行っている受信機に示す図である。シナリオ 800 に示すように、受信機 802 は、衛星 804A が送信した信号 806 の反射を受信してもよい。この反射は、最初に建物 808 を反射し、続いて受信機 802 に向かって建物 810 を反射した後、受信機 802 に到来してもよい。このように、シナリオ 800 は、信号が受信機に到達する前に複数の特徴を反射した後に受信機がコヒーレント積分をしきい値期間（たとえば、数十ミリ秒以上）行い得る例示的な状況を示す。よって、信号 806 は複数の建物 808、810 を反射するが、受信機 802 は、コヒーレント積分を行って信号 806 の S/N 比を上50

げてもよい。

【 0 1 2 6 】

いくつかの実施の形態では、受信機 8 0 2 は、受信機 8 0 2 上で収束する衛星 8 0 4 A からのその他の N L O S 信号があるかどうかをまず判断するように構成されてもよい。信号 8 0 6 の反射が受信した唯一の信号である（または少なくとも強度が最も大きい受信信号）と判断したことに応答して、受信機 8 0 2 は、反射が受信機 8 0 2 に到達する前に最後の反射面で終わるよう、各反射面に対して衛星 8 0 4 A の位置を反射させててもよい。特に、受信機 8 0 2 は、まず、建物 8 0 8 上の反射面 8 1 2 に対して衛星 8 0 4 の位置を反射させて、反射衛星位置 8 0 4 B を特定してもよい。続いて、受信機 8 0 2 は、建物 8 1 0 上の反射面 8 1 4 に対して第 1 の反射衛星位置 8 0 4 B の位置を反射させて、第 2 の反射衛星位置 8 0 4 C を特定してもよい。その結果、受信機 8 0 2 は、受信機 8 0 2 から第 2 の反射衛星位置 8 0 4 C に延びる単位ベクトルを利用しててもよい。同様に、信号が受信機 8 0 2 に到達する前に最後の反射面で終わるよう、連続する各反射面に対して衛星の位置を順番に反映させることによって、3つ以上の信号の反射を合体させててもよい。

10

【 0 1 2 7 】

これに加えて、受信機 8 0 2 に関して、異なる衛星の位置までの予測距離が図 8 に示されている。特に、衛星 8 0 4 A が位置「 $- X s v$ 」にあり、反射面（たとえば、建物 8 0 8、8 1 0）間の距離が「 w 」であるとすると、第 1 の反射衛星位置 8 0 4 B は、位置「 $X s v + 2 w$ 」であり、第 2 の反射位置 8 0 4 C は、位置「 $- (X s v + 2 w)$ 」である。

20

【 0 1 2 8 】

さらに別の例では、信号は、受信機 8 0 2 に到達する前にさらに多くの表面を反射する場合がある。たとえば、信号は、受信機 8 0 2 に到達する前に建物に 3 回反射する可能性がある。このように、受信機 8 0 2 または関連するコンピューティングデバイスは、最後の反射衛星位置をコヒーレント積分に利用するために、上記処理を実行して衛星の位置を 3 回反射させててもよい。

20

【 0 1 2 9 】

図 9 は、本明細書において示す少なくともいくつかの実施の形態に従って配置された、コンピューティングデバイス上でコンピュータ処理を実行するためのコンピュータプログラムを含む例示的なコンピュータプログラムプロダクトの概念的な部分ビューを示した概略図である。一実施の形態では、信号持媒体 9 0 2 を用いてコンピュータプログラムプロダクト 9 0 0 を提供する。

30

【 0 1 3 0 】

信号持媒体 9 0 2 は、1つ以上のプロセッサによって実行されると図 1 ~ 図 8 で上述した機能またはそれら機能の一部を提供し得る1つ以上のプログラミング命令 9 0 4 を含んでもよい。いくつかの例では、信号持媒体 9 0 2 は、ハードディスクドライブ、CD (C o m p a c t D i s c)、DVD (D i g i t a l V i d e o D i s k)、デジタルテープ、メモリなど、コンピュータ読み取り可能な媒体 9 0 6 を含んでもよいが、これらに限定されない。

30

【 0 1 3 1 】

いくつかの実施態様では、信号持媒体 9 0 2 は、メモリ、R / W (r e a d / w r i t e) CD、R / W DVD など、コンピュータ書き込み可能な媒体 9 0 8 を含んでもよいが、これらに限定されない。信号持媒体 9 0 2 は、デジタルおよび / またはアナログ通信媒体など（たとえば、光ファイバケーブル、導波路、有線の通信リンク、ワイヤレス通信リンクなど）、通信媒体 9 1 0 を含んでもよいが、これらに限定されない。よって、たとえば、信号持媒体 9 0 2 は、ワイヤレス形式の通信媒体 9 1 0 によって伝達されよい。

40

【 0 1 3 2 】

プログラミング命令 9 0 4 は、たとえば、コンピュータにより実行可能なおよび / またはロジックが実装された命令であってもよい。いくつかの例では、図 1 のプロセッサ 1 0 2 など、コンピューティングデバイスは、コンピュータ読み取り可能な媒体 9 0 6 、コン

50

ピュータ書き込み可能な媒体 908、および／または通信媒体 910 のうち 1 つ以上によってプロセッサ 102 に伝達されたプログラミング命令 904 に応答して様々な操作、機能、または動作を提供するように構成されてもよい。

【0133】

また、非一時的なコンピュータ読み取り可能な媒体を、互いに遠隔に位置し得る複数のデータ記憶素子間で分散させることができる。格納された命令の一部またはすべてを実行するコンピューティングデバイスは、図 1 に示すコンピューティングシステム 100 または図 2 に示す受信機 202 などのデバイスであってもよい。あるいは、格納された命令の一部またはすべてを実行するコンピューティングデバイスは、サーバなど、別のコンピューティングデバイスであり得る。

10

【0134】

本明細書において説明した配置は、例示に過ぎないことを理解されたい。このように、当業者は、その他の配置およびその他の要素（たとえば、マシン、インターフェース、機能、命令、および機能のグループ化など）を代わりに用いることができること、所望の結果に従っていくつかの要素を完全に省いてもよいことを理解するであろう。さらには、説明した要素の多くは、任意の適した組合せおよび位置において、離散または分散したコンポーネントとして実装され得る機能エンティティ、または、その他のコンポーネントと共に実装され得る機能エンティティである。

【0135】

様々な態様および実施の形態を本明細書に開示したが、その他の態様および実施の形態も当業者に明らかになるであろう。本明細書に開示の様々な態様および実施の形態は、例示であり、限定ではなく、実際の範囲は、添付の特許請求の範囲に示されており、このような特許請求の範囲が与えられる均等物の全範囲とともに示されている。また、本明細書において用いられた用語は、特定の実施の形態を説明するための用語に過ぎず、限定ではないことを理解されたい。

20

【0136】

説明した例に対して多くの詳細な改変、変形、変更を行うことができるため、先の説明および添付の図面に示したすべての事項は例示と解釈されることを意図しており、限定という意味ではない。

30

40

50

【図面】

【図1】

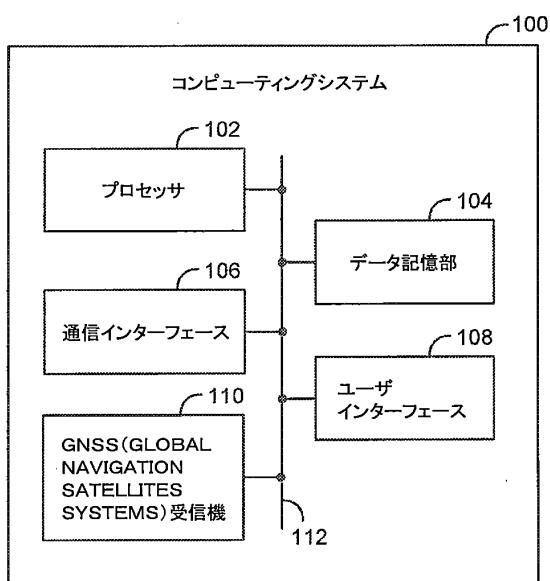


FIGURE 1

【図2】

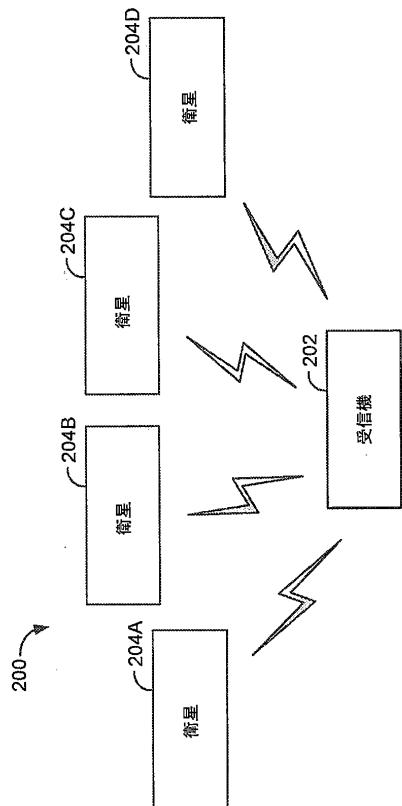


FIGURE 2

10

20

30

40

50

【図3】

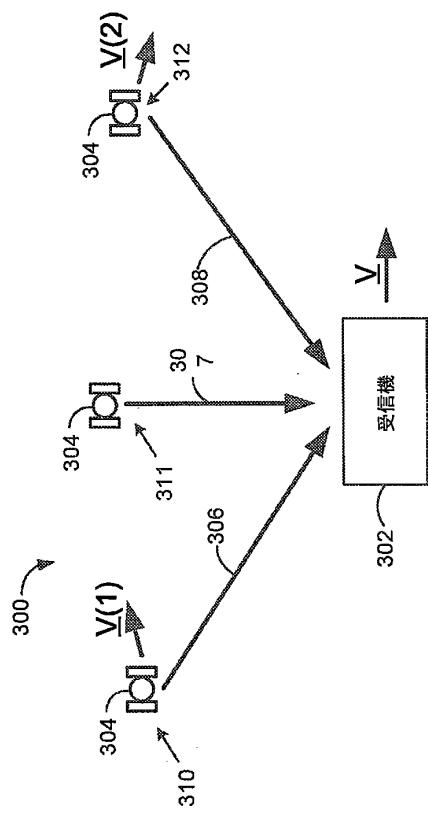
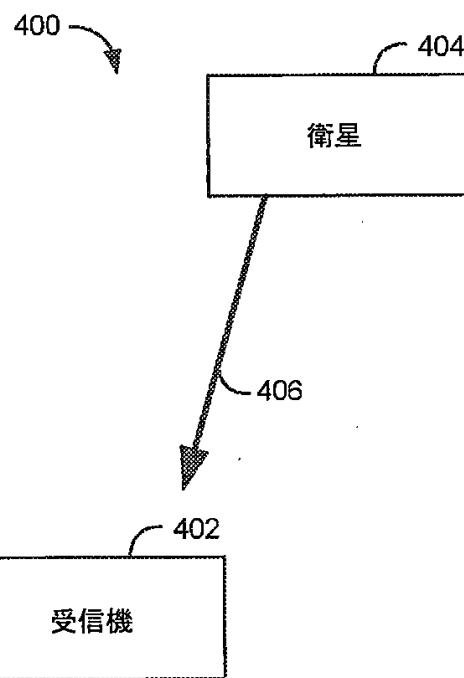


FIGURE 3

【図4A】



10

20

FIGURE 4A

【図4B】

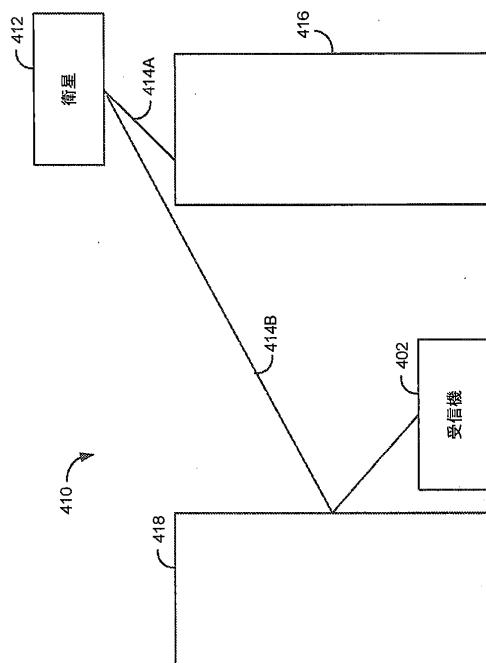
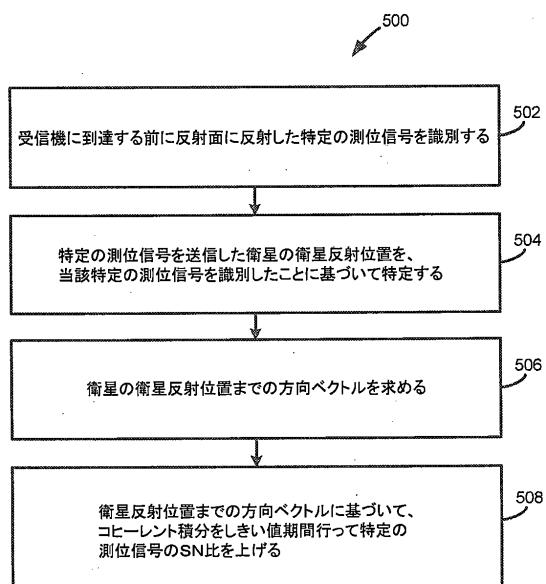


FIGURE 4B

【図5】



30

40

FIGURE 5

50

【図 6】

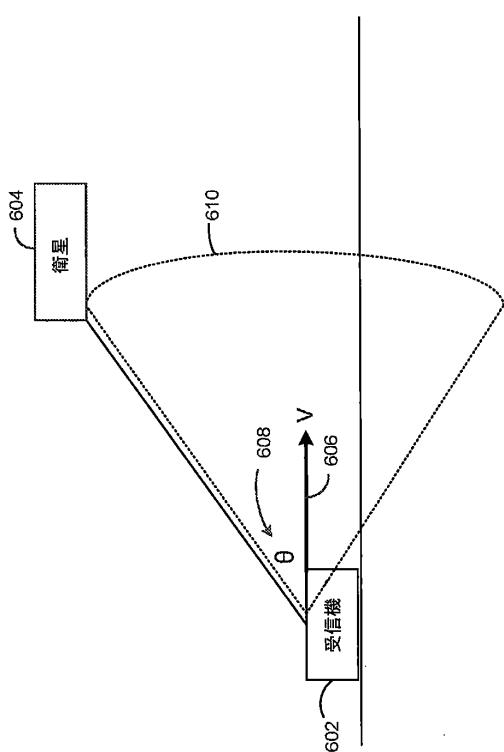


FIGURE 6

【図 7 A】

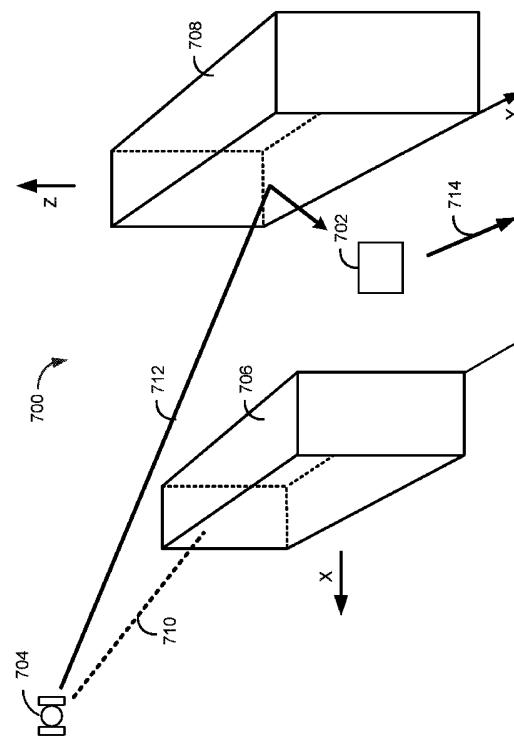


FIGURE 7A

10

20

【図 7 B】

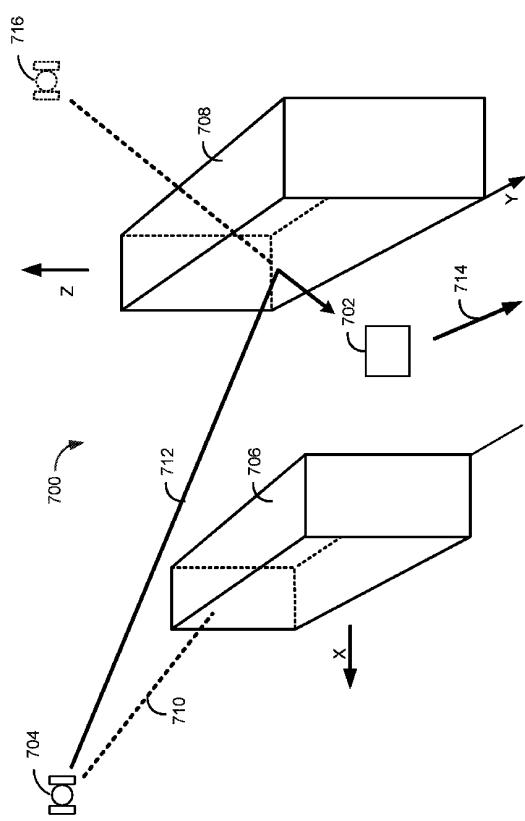


FIGURE 7B

【図 8】

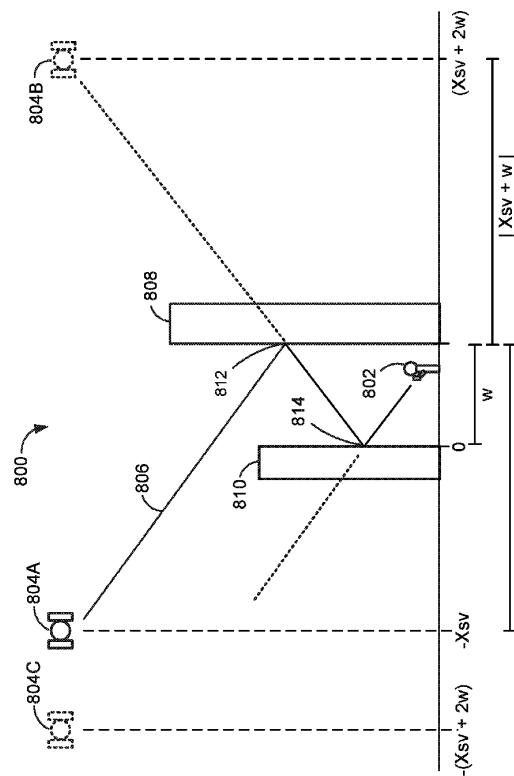


FIGURE 8

30

40

50

【図9】

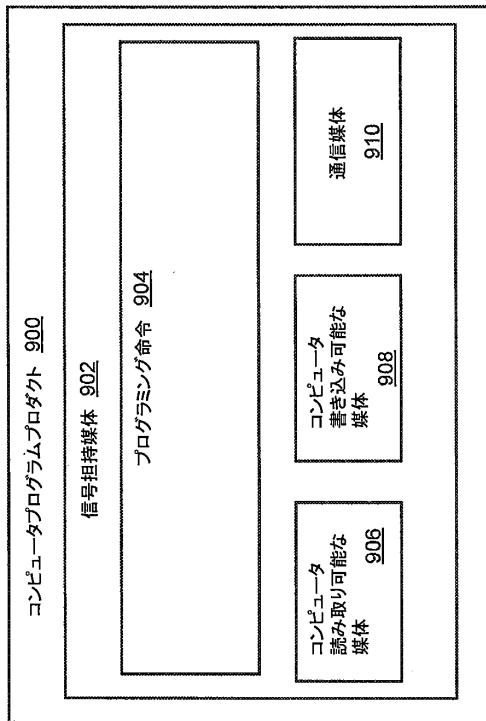


FIGURE 9

10

20

30

40

50

フロントページの続き

ゲーゲル・エルエルシー内

審査官 山下 雅人

- (56)参考文献 国際公開第2018/102146 (WO, A1)
米国特許出願公開第2012/0050103 (US, A1)
米国特許出願公開第2017/0090037 (US, A1)
特表2008-527394 (JP, A)
米国特許第09766349 (US, B1)
国際公開第2017/010230 (WO, A1)
米国特許出願公開第2017/0067999 (US, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G 01S 19 / 00 - 19 / 55