

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号  
特表2023-535733  
(P2023-535733A)

(43)公表日 令和5年8月21日(2023.8.21)

(51)国際特許分類  
G 0 1 S 19/23 (2010.01)  
G 0 1 S 19/21 (2010.01)

F I  
G 0 1 S 19/23  
G 0 1 S 19/21

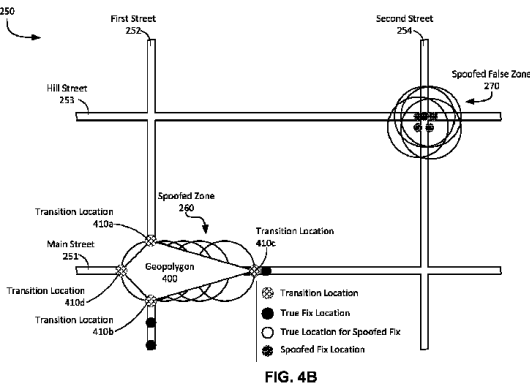
テーマコード (参考)  
5 J 0 6 2

| 審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全51頁) |                                         |         |                                                                                                                        |
|----------------------------|-----------------------------------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (21)出願番号                   | 特願2023-504642(P2023-504642)             | (71)出願人 | 595020643<br>クゥアルコム・インコーポレイテッド<br>QUALCOMM INCORPORATED<br>アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9<br>2121-1714、サン・ディエゴ、<br>モアハウス・ドライブ 5775 |
| (86)(22)出願日                | 令和3年7月30日(2021.7.30)                    | (74)代理人 | 110003708<br>弁理士法人鈴榮特許総合事務所                                                                                            |
| (85)翻訳文提出日                 | 令和5年1月23日(2023.1.23)                    | (72)発明者 | タック、デイビッド<br>アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9<br>2121-1714、サン・ディエゴ、<br>モアハウス・ドライブ 5775                                               |
| (86)国際出願番号                 | PCT/US2021/043837                       | (72)発明者 | ガム、アーノルド・ジェイソン<br>アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9                                                                                   |
| (87)国際公開番号                 | WO2022/026793                           |         |                                                                                                                        |
| (87)国際公開日                  | 令和4年2月3日(2022.2.3)                      |         |                                                                                                                        |
| (31)優先権主張番号                | 63/059,104                              |         |                                                                                                                        |
| (32)優先日                    | 令和2年7月30日(2020.7.30)                    |         |                                                                                                                        |
| (33)優先権主張国・地域又は機関          | 米国(US)                                  |         |                                                                                                                        |
| (31)優先権主張番号                | 17/389,216                              |         |                                                                                                                        |
| (32)優先日                    | 令和3年7月29日(2021.7.29)                    |         |                                                                                                                        |
| (33)優先権主張国・地域又は機関          | 米国(US)                                  |         |                                                                                                                        |
| (81)指定国・地域                 | AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA<br>最終頁に続く |         | 最終頁に続く                                                                                                                 |

(54)【発明の名称】 スプーフィングされた衛星ナビゲーション信号を検出し、軽減するためのシステムおよび方法

(57)【要約】

スプーフィングされた衛星信号を含んでいるスプーフィング領域の境界を決定することは、第1の時間期間にわたってグローバルナビゲーション衛星システム(GNSS)受信機において受信されたGNSS信号の第1のセットに基づいて、GNSS衛星に対応する少なくとも1つのGNSS信号が第1の遷移を経験したと決定すること、ここにおいて、第1の遷移は、少なくとも1つGNSS信号がスプーフィングされていると決定されないスプーフィングされていない状態から少なくとも1つのGNSS信号がスプーフィングされていると決定されるスプーフィングされた状態への遷移、またはスプーフィングされた状態からスプーフィングされていない状態への遷移を備える。さらに、GNSS受信機が第1の遷移中に位置したロケーションに対応する第1のロケーションが決定される。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

スプーフィングされた衛星信号を含んでいるスプーフィング領域を決定するための方法であって、

第 1 の時間期間にわたってグローバルナビゲーション衛星システム（GNSS）受信機において受信された GNSS 信号の第 1 のセットに基づいて、GNSS 衛星に対応する少なくとも 1 つの GNSS 信号が第 1 の遷移を経験したと決定することと、ここにおいて、前記第 1 の遷移は、

前記少なくとも 1 つの GNSS 信号がスプーフィングされていると決定されないスプーフィングされていない状態から前記少なくとも 1 つの GNSS 信号がスプーフィングされていると決定されるスプーフィングされた状態への遷移、または

前記スプーフィングされた状態から前記スプーフィングされていない状態への遷移を備える、

前記 GNSS 受信機が前記第 1 の遷移中に位置したロケーションに対応する第 1 のロケーションを決定することと

を備える方法。

## 【請求項 2】

前記第 1 のロケーションに少なくとも部分的に基づいて前記スプーフィング領域を決定することをさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

サーバに前記スプーフィング領域を示すデータを送ることをさらに備える、請求項 2 に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記第 1 の遷移は、前記スプーフィングされていない状態から前記スプーフィングされた状態への前記遷移を備え、

前記第 1 のロケーションを決定することは、前記第 1 の遷移より前に GNSS 信号の前記第 1 のセットに基づいて前記第 1 のロケーションを決定することを備える、

請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 5】

前記第 1 の遷移は、前記スプーフィングされた状態から前記スプーフィングされていない状態への前記遷移を備え、

前記第 1 のロケーションを決定することは、前記第 1 の遷移の後に決定された 1 つまたは複数のロケーションに基づく、

請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 6】

前記第 1 のロケーションは、1 つまたは複数の非 GNSS 測位ソースに少なくとも部分的に基づく、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 7】

第 2 の時間期間にわたって前記 GNSS 受信機において受信された GNSS 信号の第 2 のセットに基づいて、前記 GNSS 衛星に対応する前記少なくとも 1 つの GNSS 信号が第 2 の遷移を経験したと決定することと、ここにおいて、前記第 2 の遷移は、

前記スプーフィングされた状態から前記スプーフィングされていない状態への遷移、または

前記スプーフィングされていない状態から前記スプーフィングされた状態への遷移を備える、

前記 GNSS 受信機が前記第 2 の遷移中に位置したロケーションに対応する第 2 のロケーションを決定することと、

前記第 1 のロケーションと前記第 2 のロケーションとに少なくとも部分的に基づいて前記スプーフィング領域を決定することと

をさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

10

20

30

40

50

## 【請求項 8】

前記第 1 のロケーションと前記第 2 のロケーションとは前記スプーフィング領域の境界上に位置する、請求項 7 に記載の方法。

## 【請求項 9】

第 3 の時間期間にわたって前記 GNSS 受信機において受信された GNSS 信号の第 3 のセットに基づいて、前記 GNSS 衛星に対応する前記少なくとも 1 つの GNSS 信号が第 3 の遷移を経験したと決定することと、ここにおいて、前記第 3 の遷移は、

前記スプーフィングされた状態から前記スプーフィングされていない状態への遷移、または

前記スプーフィングされていない状態から前記スプーフィングされた状態への遷移を備える、

前記 GNSS 受信機が前記第 3 の遷移中に位置したロケーションに対応する第 3 のロケーションを決定することと、

ここにおいて、前記スプーフィング領域を決定することは、前記第 1 のロケーションと、前記第 2 のロケーションと、前記第 3 のロケーションとに基づいてスプーフィングジオポリゴンを決定することを備える、

をさらに備える、請求項 7 に記載の方法。

## 【請求項 10】

前記第 1 のロケーションと前記第 2 のロケーションとに基づいて前記スプーフィング領域の中心または重心を推定すること、ここにおいて、前記スプーフィング領域を決定することは、

前記中心または重心と、

前記中心または重心から前記第 1 のロケーション、前記第 2 のロケーション、またはその両方までの距離と

に基づいて実質的に円形の領域または実質的に球状の領域を決定することを備える、をさらに備える、請求項 7 に記載の方法。

## 【請求項 11】

サーバに前記第 1 のロケーションと前記第 2 のロケーションとを送信すること、ここにおいて、前記スプーフィング領域を決定することは、前記サーバから前記スプーフィング領域を示すデータを受信することを備える、をさらに備える、請求項 7 に記載の方法。

## 【請求項 12】

前記サーバから前記スプーフィング領域を示す前記データを受信することは、前記サーバから複数のロケーション、または予備スプーフィング領域の形状およびロケーション、またはその両方を示すデータを受信することを備え、

前記スプーフィング領域を決定することは、(i) 前記複数のロケーション、または前記予備スプーフィング領域の前記形状およびロケーション、またはその両方と(ii) 前記第 1 のロケーションおよび前記第 2 のロケーションとに基づいて前記スプーフィング領域を備えるジオポリゴンを決定することを備える、

請求項 11 に記載の方法。

## 【請求項 13】

前記 GNSS 衛星に対応する前記少なくとも 1 つの GNSS 信号が前記第 1 の遷移を経験したと決定することは、前記 GNSS 衛星に対応する前記少なくとも 1 つの GNSS 信号の信号特徴の検出された変化に基づいて GNSS 信号の前記第 1 のセットに関連する矛盾を決定することを備える、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 14】

前記信号特徴は、周波数、位相、もしくは信号強度、またはそれらの組合せを備える、請求項 13 に記載の方法。

## 【請求項 15】

前記 GNSS 衛星に対応する前記少なくとも 1 つの GNSS 信号が前記第 1 の遷移を経験したと決定することは、前記 GNSS 衛星に対応する前記少なくとも 1 つの GNSS 信

10

20

30

40

50

号から取得されたデータの検出された変化に基づいてGNSS信号の前記第1のセットに関連する矛盾を決定することを備える、請求項1に記載の方法。

【請求項16】

前記データは、ロケーション、速度、向首方向、時間、日付、アルマナックデータ、もしくはエフェメリスデータ、またはそれらの組合せを備える、請求項15に記載の方法。

【請求項17】

スプーフィングされた衛星信号を補償するための方法であって、

デバイスによって、スプーフィング領域を示すジオポリゴンを取得することと、前記スプーフィング領域は、グローバルナビゲーション衛星システム(GNSS)衛星に対応する少なくとも1つのGNSS信号がスプーフィングされていると決定されている領域を備える、

10

前記デバイスの決定されたロケーションと前記スプーフィング領域を示す前記ジオポリゴンとに基づいて前記スプーフィング領域へのしきい値近接度中へのまたはその内への前記デバイスの移動を決定することと、

前記スプーフィング領域への前記しきい値近接度中へのまたはその内への前記デバイスの前記移動を決定することに応答して、第1の構成から第2の構成に前記デバイスの測位ユニットを調整することと、ここにおいて、前記第2の構成にある間に、前記測位ユニットは、前記デバイスの位置推定値を決定するときに前記少なくとも1つのGNSS信号を無視するように構成される、

前記測位ユニットを用いて、前記測位ユニットが前記第2の構成にある間に前記測位ユニットによって受信された前記少なくとも1つのGNSS信号を除くGNSS信号の第1のセットに基づいて前記デバイスの前記位置推定値を決定することと

20

を備える方法。

【請求項18】

前記測位ユニットは、GNSS受信機とワイヤレス通信受信機とを備える、ここにおいて、

前記第2の構成にある間に、前記測位ユニットは、前記ワイヤレス通信受信機を用いて1つまたは複数の地上波送信機から1つまたは複数の測位信号を受信するようにさらに構成され、

前記デバイスの前記位置推定値を決定することは、前記1つまたは複数の測位信号にさらに基づく、

30

請求項17に記載の方法。

【請求項19】

前記測位ユニットは、GNSS受信機と慣性センサとを備える、ここにおいて、

前記第2の構成にある間に、前記測位ユニットは、前記慣性センサから移動データを受信するようにさらに構成され、

前記デバイスの前記位置推定値を決定することは、前記移動データにさらに基づく、

請求項17に記載の方法。

【請求項20】

前記測位ユニットは、GNSS受信機を備える、ここにおいて、前記測位ユニットを調整することは、前記GNSS受信機の構成を調整することを備える、請求項17に記載の方法。

40

【請求項21】

前記スプーフィング領域への前記しきい値近接度の外へのまたはそれを越えた前記デバイスの移動を決定することと、

前記第1の構成に前記測位ユニットを調整することと、

前記第1の構成に前記測位ユニットを調整した後に、前記測位ユニットを用いて、前記測位ユニットが前記第1の構成にある間に前記測位ユニットによって受信されたGNSS信号の第2のセットに基づいて前記デバイスの第2の位置推定値を決定することと

をさらに備える、請求項17に記載の方法。

50

## 【請求項 2 2】

スプーフィングされた衛星信号を含んでいるスプーフィング領域を決定するためのデバイスであって、

G N S S 受信機と、

メモリと、

前記 G N S S 受信機と前記メモリとに通信可能に結合された 1 つまたは複数のプロセッサと

を備える、ここにおいて、前記 1 つまたは複数のプロセッサは、

第 1 の時間期間にわたって前記グローバルナビゲーション衛星システム (G N S S) 受信機において受信された G N S S 信号の第 1 のセットに基づいて、G N S S 衛星に対応する少なくとも 1 つの G N S S 信号が第 1 の遷移を経験したと決定することと、ここにおいて、前記第 1 の遷移は、

前記少なくとも 1 つ G N S S 信号がスプーフィングされていると決定されないスプーフィングされていない状態から前記少なくとも 1 つの G N S S 信号がスプーフィングされていると決定されるスプーフィングされた状態への遷移、または

前記スプーフィングされた状態から前記スプーフィングされていない状態への遷移を備える、

前記デバイスが前記第 1 の遷移中に位置したロケーションに対応する第 1 のロケーションを決定することと

を行うように構成された、デバイス。

## 【請求項 2 3】

前記 1 つまたは複数のプロセッサは、前記第 1 のロケーションに少なくとも部分的に基づいて前記スプーフィング領域を決定するようにさらに構成された、請求項 2 2 に記載のデバイス。

## 【請求項 2 4】

トランシーバをさらに備える、ここにおいて、前記 1 つまたは複数のプロセッサは、前記トランシーバを介してサーバに前記スプーフィング領域を示すデータを送るようにさらに構成された、請求項 2 3 に記載のデバイス。

## 【請求項 2 5】

前記第 1 のロケーションを決定するために、および前記スプーフィングされていない状態から前記スプーフィングされた状態への前記遷移を備える前記第 1 の遷移に応答して、前記 1 つまたは複数のプロセッサは、前記第 1 の遷移より前に G N S S 信号の前記第 1 のセットに基づいて前記第 1 のロケーションを決定するように構成された、請求項 2 2 に記載のデバイス。

## 【請求項 2 6】

前記第 1 のロケーションを決定するために、および前記スプーフィングされた状態から前記スプーフィングされていない状態への前記遷移を備える前記第 1 の遷移に応答して、前記 1 つまたは複数のプロセッサは、前記第 1 の遷移の後に決定された 1 つまたは複数のロケーションに基づいて前記第 1 のロケーションを決定するように構成された、請求項 2 2 に記載のデバイス。

## 【請求項 2 7】

前記 1 つまたは複数のプロセッサは、1 つまたは複数の非 G N S S 測位ソースに少なくとも部分的に基づいて前記第 1 のロケーションを決定するように構成された、請求項 2 2 に記載のデバイス。

## 【請求項 2 8】

前記 1 つまたは複数のプロセッサは、

第 2 の時間期間にわたって前記 G N S S 受信機において受信された G N S S 信号の第 2 のセットに基づいて、前記 G N S S 衛星に対応する前記少なくとも 1 つの G N S S 信号が第 2 の遷移を経験したと決定することと、ここにおいて、前記第 2 の遷移は、

前記スプーフィングされた状態から前記スプーフィングされていない状態への遷移、

または

前記スプーフィングされていない状態から前記スプーフィングされた状態への遷移を備える、

前記GNSS受信機が前記第2の遷移中に位置したロケーションに対応する第2のロケーションを決定することと、

前記第1のロケーションと前記第2のロケーションとに少なくとも部分的に基づいて前記スプーフィング領域を決定することと

を行うようにさらに構成された、請求項22に記載のデバイス。

【請求項29】

前記1つまたは複数のプロセッサは、前記第1のロケーションと前記第2のロケーションとが前記スプーフィング領域の境界上に位置するように前記スプーフィング領域を決定するように構成された、請求項28に記載のデバイス。

【請求項30】

前記1つまたは複数のプロセッサは、

第3の時間期間にわたって前記GNSS受信機において受信されたGNSS信号の第3のセットに基づいて、前記GNSS衛星に対応する前記少なくとも1つのGNSS信号が第3の遷移を経験したと決定することと、ここにおいて、前記第3の遷移は、

前記スプーフィングされた状態から前記スプーフィングされていない状態への遷移、または

前記スプーフィングされていない状態から前記スプーフィングされた状態への遷移を備える、

前記GNSS受信機が前記第3の遷移中に位置したロケーションに対応する第3のロケーションを決定することとを行うようにさらに構成され、

ここにおいて、前記スプーフィング領域を決定するために、前記1つまたは複数のプロセッサは、前記第1のロケーションと、前記第2のロケーションと、前記第3のロケーションとに基づいてスプーフィングジオポリゴンを決定するように構成される、請求項28に記載のデバイス。

【請求項31】

前記1つまたは複数のプロセッサは、前記第1のロケーションと前記第2のロケーションとに基づいて前記スプーフィング領域の中心または重心を推定すること、ここにおいて、前記スプーフィング領域を決定するために、前記1つまたは複数のプロセッサは、

前記中心または重心と、

前記中心または重心から前記第1のロケーション、前記第2のロケーション、またはその両方までの距離と

に基づいて実質的に円形の領域または実質的に球状の領域を決定するように構成される、

を行うようにさらに構成された、請求項28に記載のデバイス。

【請求項32】

トランシーバをさらに備える、ここにおいて、前記1つまたは複数のプロセッサは、前記トランシーバを介してサーバに前記第1のロケーションと前記第2のロケーションとを送信すること、ここにおいて、前記スプーフィング領域を決定するために、前記1つまたは複数のプロセッサは、前記トランシーバを介して前記サーバから前記スプーフィング領域を示すデータを受信するように構成される、を行うようにさらに構成される、請求項28に記載のデバイス。

【請求項33】

前記サーバから前記スプーフィング領域を示す前記データを受信するために、前記1つまたは複数のプロセッサは、前記サーバから複数のロケーション、または予備スプーフィング領域の形状およびロケーション、またはその両方を示すデータを受信するように構成された、ならびに

前記スプーフィング領域を決定するために、前記1つまたは複数のプロセッサは、(i

10

20

30

40

50

）前記複数のロケーション、または前記予備スプーフィング領域の前記形状およびロケーション、またはその両方と（i i）前記第1のロケーションおよび前記第2のロケーションとに基づいて前記スプーフィング領域を備えるジオポリゴンを決定するように構成された、

請求項32に記載のデバイス。

【請求項34】

前記GNSS衛星に対応する前記少なくとも1つのGNSS信号が前記第1の遷移を経験したと決定するために、前記1つまたは複数のプロセッサは、前記GNSS衛星に対応する前記少なくとも1つのGNSS信号の信号特徴の検出された変化に基づいてGNSS信号の前記第1のセットに関連する矛盾を決定するように構成された、請求項22に記載のデバイス。

10

【請求項35】

前記信号特徴は、周波数、位相、もしくは信号強度、またはそれらの組合せを備える、請求項34に記載のデバイス。

【請求項36】

前記GNSS衛星に対応する前記少なくとも1つのGNSS信号が前記第1の遷移を経験したと決定するために、前記1つまたは複数のプロセッサは、前記GNSS衛星に対応する前記少なくとも1つのGNSS信号から取得されたデータの検出された変化に基づいてGNSS信号の前記第1のセットに関連する矛盾を決定するように構成された、請求項22に記載のデバイス。

20

【請求項37】

前記データは、ロケーション、速度、向首方向、時間、日付、アルマナックデータ、もしくはエフェメリスデータ、またはそれらの組合せを備える、請求項36に記載のデバイス。

【請求項38】

スプーフィングされた衛星信号を補償するためのデバイスであって、

測位ユニットと、

メモリと、

前記測位ユニットと前記メモリとに通信可能に結合された1つまたは複数のプロセッサと

30

を備える、ここにおいて、前記1つまたは複数のプロセッサは、

スプーフィング領域を示すジオポリゴンを取得することと、前記スプーフィング領域は、グローバルナビゲーション衛星システム（GNSS）衛星に対応する少なくとも1つのGNSS信号がスプーフィングされていると決定されている領域を備える、

前記デバイスの決定されたロケーションと前記スプーフィング領域を示す前記ジオポリゴンとに基づいて前記スプーフィング領域へのしきい値近接度中へのまたはその内への前記デバイスの移動を決定することと、

前記スプーフィング領域への前記しきい値近接度中へのまたはその内への前記デバイスの前記移動を決定することに応答して、第1の構成から第2の構成に前記測位ユニットを調整することと、ここにおいて、前記第2の構成にある間に、前記測位ユニットは、前記デバイスの位置推定値を決定するときに前記少なくとも1つのGNSS信号を無視するように構成される、

40

前記測位ユニットを用いて、前記測位ユニットが前記第2の構成にある間に前記測位ユニットによって受信された前記少なくとも1つのGNSS信号を除くGNSS信号の第1のセットに基づいて前記デバイスの前記位置推定値を決定することと

を行うように構成される、デバイス。

【請求項39】

前記測位ユニットは、GNSS受信機とワイヤレス通信受信機とを備える、ここにおいて、

前記第2の構成にある間に、前記測位ユニットは、前記ワイヤレス通信受信機を用いて

50

1つまたは複数の地上波送信機から1つまたは複数の測位信号を受信するようにさらに構成され、

前記1つまたは複数のプロセッサは、前記1つまたは複数の測位信号にさらに基づいて前記デバイスの前記位置推定値を決定するように構成される、

請求項38に記載のデバイス。

【請求項40】

前記測位ユニットは、GNSS受信機と慣性センサとを備える、ここにおいて、

前記第2の構成にある間に、前記測位ユニットは、前記慣性センサから移動データを受信するようにさらに構成され、

前記1つまたは複数のプロセッサは、前記移動データにさらに基づいて前記デバイスの前記位置推定値を決定するように構成される、

請求項38に記載のデバイス。

【請求項41】

前記測位ユニットは、GNSS受信機を備える、ここにおいて、前記測位ユニットを調整するために、前記1つまたは複数のプロセッサは、前記GNSS受信機の構成を調整するように構成される、請求項38に記載のデバイス。

【請求項42】

前記1つまたは複数のプロセッサは、

前記スプーフィング領域への前記しきい値近接度の外へのまたはそれを越えた前記デバイスの移動を決定することと、

前記第1の構成に前記測位ユニットを調整することと、

前記第1の構成に前記測位ユニットを調整した後に、前記測位ユニットを用いて、前記測位ユニットが前記第1の構成にある間に前記測位ユニットによって受信されたGNSS信号の第2のセットに基づいて前記デバイスの第2の位置推定値を決定することと

を行うようにさらに構成された、請求項38に記載のデバイス。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

【0001】 現代の電子デバイスは、全地球ナビゲーション衛星システム（それぞれ「GNSS」）と一般に呼ばれる衛星ナビゲーションシステムから信号を受信し、デバイス（device）のロケーション（location）ならびに、速度（velocity）、向首方向（heading）、高度などなどの他の情報を決定するためにそれらの信号を使用することができるシステムをしばしば含む。そのようなGNSS受信機は、スマートフォンまたはスマートウォッチなどの消費者用電子デバイスならびに車、トラック、船舶、および航空機を含む異なるタイプの車両中のナビゲーションシステムに統合され得る。信号は、地球を周回する複数の衛星からGNSS受信機によって受信され、GNSS受信機のロケーション、および、代理で、デバイス、車両などのロケーションを決定するために処理される。

【発明の概要】

【0002】

【0002】 スプーフィングされた衛星ナビゲーション信号（spoofed satellite navigation signal）を検出し、軽減するためのシステムおよび方法についての様々な例を説明する。1つの例示的な方法は、グローバルナビゲーション衛星システム（GNSS：Global Navigation Satellite System）受信機から第1の時間期間（a first period of time）にわたってGNSS信号に基づいてGNSS情報の第1のセット（a first set）を受信することと、少なくとも1つのGNSS信号がGNSS情報の第1のセットに関連する矛盾（discrepancy）に基づいてスプーフィングされている可能性があることと決定することと、少なくとも1つのGNSS信号の可能性のあるスプーフィング（spoofing）より前にGNSS信号の第1のセットに基づいて決定されたロケーションに関連する第1のロケーション（first location）を識別することと、GNSS受信機から第2の時間期間（second period of time）にわたってGNSS信号に基づいてGNSS

10

20

30

40

50

情報の第2のセット(second set)を受信することと、第2の時間期間は、第1の時間期間よりも後である、スプーフィングがGNSS情報の第2のセットに基づいて中止したと決定することと、スプーフィングが中止したと決定した後に決定された1つまたは複数のロケーションに基づいて第2のロケーション(second location)を決定することと、第1のロケーションと第2のロケーションとに基づいてスプーフィング領域(spoofing region)を決定することを含む。

【0003】

【0003】 本開示による、スプーフィングされた衛星信号(spoofed satellite signal)を識別するためのスプーフィング領域の境界(boundary)を決定するための例示的な方法は、第1の時間期間にわたってグローバルナビゲーション衛星システム(GNSS)受信機において受信されたGNSS信号の第1のセットに基づいて、GNSS衛星に対応する少なくとも1つのGNSS信号が第1の遷移(first transition)を経験したと決定すること、ここにおいて、第1の遷移は、少なくとも1つGNSS信号がスプーフィングされていると決定されないスプーフィングされていない状態(not spoofed state)から少なくとも1つのGNSS信号がスプーフィングされていると決定されるスプーフィングされた状態(spoofed state)への遷移(transition)、またはスプーフィングされた状態からスプーフィングされていない状態への遷移を備える、を備え得る。本方法はまた、GNSS受信機が第1の遷移中に位置したロケーションに対応する第1のロケーションを決定することを備え得る。

【0004】

【0004】 本開示による、スプーフィングされた衛星信号を補償するための例示的な方法は、デバイスによって、スプーフィング領域を示すジオポリゴン(geopolygon)を取得すること、スプーフィング領域は、グローバルナビゲーション衛星システム(GNSS)衛星に対応する少なくとも1つのGNSS信号がスプーフィングされていると決定されている領域()を備える、を備え得る。本方法はまた、デバイスの決定されたロケーションとスプーフィング領域を示すジオポリゴンとに基づいてスプーフィング領域へのしきい値近接度(threshold proximity)中へのまたはその内へのデバイスの移動(movement)を決定することを備え得る。本方法はまた、スプーフィング領域へのしきい値近接度中へのまたはその内へのデバイスの移動を決定することに応答して、第1の構成(first configuration)から第2の構成(second configuration)にデバイスの測位ユニット(positioning unit)を調整すること、ここにおいて、第2の構成にある間に、測位ユニットは、デバイスの位置推定値(position estimate)を決定するときに少なくとも1つのGNSS信号を無視するように構成される、を備え得る。本方法はまた、測位ユニットを用いて、測位ユニットが第2の構成にある間に測位ユニットによって受信された少なくとも1つのGNSS信号を除くGNSS信号の第1のセットに基づいてデバイスの位置推定値を決定することを備え得る。

【0005】

【0005】 本開示による、スプーフィングされた衛星信号を識別するためのスプーフィング領域の境界を決定するための例示的なデバイスは、GNSS受信機と、メモリと、GNSS受信機とメモリとに通信可能に結合された1つまたは複数のプロセッサとを備え得、ここにおいて、1つまたは複数のプロセッサは、第1の時間期間にわたってグローバルナビゲーション衛星システム(GNSS)受信機において受信されたGNSS信号の第1のセットに基づいて、GNSS衛星に対応する少なくとも1つのGNSS信号が第1の遷移を経験したと決定すること、ここにおいて、第1の遷移は、少なくとも1つGNSS信号がスプーフィングされていると決定されないスプーフィングされていない状態から少なくとも1つのGNSS信号がスプーフィングされていると決定されるスプーフィングされた状態への遷移、またはスプーフィングされた状態からスプーフィングされていない状態への遷移を備える、を行うように構成される。1つまたは複数の処理ユニットは、デバイスが第1の遷移中に位置したロケーションに対応する第1のロケーションを決定するようにさらに構成され得る。

## 【0006】

【0006】 本開示による、スプーフィングされた衛星信号を補償するための例示的なデバイスは、測位ユニットと、メモリと、測位ユニットとメモリとに通信可能に結合された1つまたは複数のプロセッサとを備え得、ここにおいて、1つまたは複数のプロセッサは、スプーフィング領域を示すジオポリゴンを取得すること、スプーフィング領域は、グローバルナビゲーション衛星システム（GNSS）衛星に対応する少なくとも1つのGNSS信号がスプーフィングされていると決定されている領域を備える、を行うように構成される。1つまたは複数の処理ユニットは、デバイスの決定されたロケーションとスプーフィング領域を示すジオポリゴンとに基づいてスプーフィング領域へのしきい値近接度中へのまたはその内へのデバイスの移動を決定するようにさらに構成され得る。1つまたは複数の処理ユニットは、スプーフィング領域へのしきい値近接度中へのまたはその内へのデバイスの移動を決定することに応答して、第1の構成から第2の構成に測位ユニットを調整すること、ここにおいて、第2の構成にある間に、測位ユニットは、デバイスの位置推定値を決定するときに少なくとも1つのGNSS信号を無視するように構成される、を行うようにさらに構成され得る。1つまたは複数の処理ユニットは、測位ユニットを用いて、測位ユニットが第2の構成にある間に測位ユニットによって受信された少なくとも1つのGNSS信号を除くGNSS信号の第1のセットに基づいてデバイスの位置推定値を決定するようにさらに構成され得る。

10

## 【0007】

【0007】 これらの例示的な例は、本開示の範囲を限定または定義するためではなく、その理解を助けるために例を与えるために言及される。例示的な例は、さらなる説明を与える発明を実施するための形態において説明される。様々な例によって提供される利点は、本明細書を考察することによってさらに理解され得る。

20

## 【0008】

【0008】 本明細書の一部に組み込まれ、それを構成する添付の図面は、1つまたは複数のいくつかの例を示し、例の説明とともに、いくつかの例の原則および実装形態について説明するのに役立つ。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0009】

【図1】 【0009】 スプーフィングされた衛星ナビゲーション信号を検出し、軽減するための例示的なシステムを示す図。

30

【図2A】 【0010】 GNSSスプーフィングの例を示す図。

【図2B】 GNSSスプーフィングの例を示す図。

【図3】 【0011】 スプーフィングされた衛星ナビゲーション信号を検出し、軽減するための例示的なUEを示す図。

【図4A】 【0012】 スプーフィングされた衛星ナビゲーション信号を検出し、軽減するためのジオポリゴンの例を示す図。

【図4B】 スプーフィングされた衛星ナビゲーション信号を検出し、軽減するためのジオポリゴンの例を示す図。

【図5】 【0013】 スプーフィングされた衛星ナビゲーション信号を検出し、軽減するための例示的なクラウドソーシングシステムを示す図。

40

【図6】 【0014】 スプーフィングされた衛星ナビゲーション信号を検出し、軽減するための例示的な方法を示す図。

【図7】 スプーフィングされた衛星ナビゲーション信号を検出し、軽減するための例示的な方法を示す図。

【図8】 【0015】 スプーフィングされた衛星ナビゲーション信号を検出し、軽減するためのUEの一例を示す図。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0010】

【0016】 次に、いくつかの例示的な例について、本明細書の一部を形成する添付の図

50

面に関して説明する。本開示の1つまたは複数の態様は、実装され得る特定の例について以下で説明するが、他の例が使用され得、本開示の範囲または添付の特許請求の範囲の趣旨から逸脱することなく様々な修正が行われ得る。

【0011】

【0017】 本明細書全体にわたる「一例 (one example)」または「一例 (an example)」への言及は、例に関して説明される特定の特徵、構造、または特性が、請求される主題の少なくとも1つの例の中に含まれることを意味する。したがって、本明細書の全体にわたる様々な箇所における「一例では (in one example)」または「一例 (an example)」という句の出現は、必ずしもすべてが同じ例を指すとは限らない。さらに、それらの特定の特徵、構造、または特性は、1つまたは複数の例において組み合わせられ得る。

10

【0012】

【0018】 本明細書で説明される方法は、特定の例による適用例に応じて様々な手段によって実装され得る。たとえば、そのような方法は、ハードウェア、ファームウェア、ソフトウェア、および／またはそれらの組合せで実装され得る。ハードウェア実装の場合、たとえば、処理ユニットは、1つまたは複数の特定用途向け集積回路 (ASIC)、デジタル信号プロセッサ (DSP)、デジタル信号処理デバイス (DSPD)、プログラマブル論理デバイス (PLD)、フィールドプログラマブルゲートアレイ (FPGA)、プロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、マイクロプロセッサ、電子デバイス、本明細書で説明した機能を実行するように設計された他のデバイスユニット、および／またはそれらの組合せの中で実装され得る。

20

【0013】

【0019】 本明細書で使用されるモバイルデバイスおよびユーザ機器 (UE: user equipment) という用語は、互換的に使用され得、別段に記載されていない限り、いずれかの特定の無線アクセス技術 (RAT) に固有であるかまたは他の方法でそれに限定されることを意図されていない。概して、モバイルデバイスおよび／またはUEは、任意のワイヤレス通信デバイス (たとえば、モバイルフォン、ルータ、タブレットコンピュータ、ラップトップコンピュータ、追跡デバイス、ウェアラブル (たとえば、スマートウォッチ、グラス、拡張現実 (AR) / 仮想現実 (VR) ヘッドセットなど)、車両 (たとえば、自動車、船舶、航空機、オートバイ、自転車など)、モノのインターネット (IoT) デバイスなど)、または本明細書で説明されるグローバルナビゲーション衛星システム (GNSS) 測位のために使用され得る他の電子デバイスであり得る。いくつかの実施形態によれば、モバイルデバイスまたはUEは、ワイヤレス通信ネットワークを介して通信するために使用され得る。UEは、モバイルであり得るかまたは (たとえば、いくつかの時間において) 固定であり得、無線アクセスネットワーク (RAN) と通信し得る。本明細書で使用されるUEという用語は、アクセス端末またはAT、クライアントデバイス、ワイヤレスデバイス、加入者デバイス、加入者端末、加入者局、ユーザ端末 (もしくはUT)、モバイルデバイス、モバイル端末、移動局、またはそれらの変形形態と互換的に呼ばれることがある。概して、UEは、RANを介してコアネットワークと通信することができ、コアネットワークを通して、UEは、外部ネットワーク (インターネットなど) および他のUEと接続され得る。ワイヤードアクセスネットワーク、(たとえば、IEEE 802.11などに基づく) ワイヤレスローカルエリアネットワーク (WLAN) ネットワークなどを介したものなど、コアネットワークおよび／またはインターネットに接続する他の機構もUEに対して可能である。

30

40

【0014】

【0020】 本明細書で言及する「命令」は、1つまたは複数の論理演算を表す式に関係する。たとえば、命令は、1つまたは複数のデータオブジェクトに対して1つまたは複数の演算を実行するための機械によって解釈可能であることによって「機械可読」であり得る。ただし、これは、命令の一例にすぎず、請求する主題は、この点について限定されない。別の例では、本明細書で言及する命令は、符号化されたコマンドを含むコマンドセッ

50

トを有する処理回路によって実行可能である符号化されたコマンドに関連し得る。そのような命令は、処理回路によって理解される機械語の形態で符号化され得る。この場合も、これらは、命令の例にすぎず、請求する主題は、この点について限定されない。

【0015】

【0021】 本明細書で言及する「記憶媒体」は、1つまたは複数の機械によって知覚可能である式を維持することが可能な媒体に関係する。たとえば、記憶媒体は、機械可読命令および／または情報を記憶するための1つまたは複数のストレージデバイスを備え得る。そのようなストレージデバイスは、たとえば、磁気記憶媒体、光記憶媒体または半導体記憶媒体を含むいくつかの媒体タイプのうちの任意の1つを備え得る。そのようなストレージデバイスはまた、任意のタイプの長期メモリデバイス、短期メモリデバイス、揮発性メモリデバイスまたは不揮発性メモリデバイスを備え得る。ただし、これらは、記憶媒体の例にすぎず、請求する主題は、この点について限定されない。

10

【0016】

【0022】 別段に明記されていない限り、以下の説明から明らかなように、本明細書全体にわたって、「処理する」、「計算する」、「算出する」、「選択する」、「形成する」、「可能にする」、「抑止する」、「位置を特定する」、「終端する」、「識別する」、「開始する」、「検出する」、「取得する」、「ホストする」、「維持する」、「表す」、「推定する」、「受信する」、「送信する」、「決定する」などという用語を利用した説明は、コンピューティングプラットフォームのプロセッサ、メモリ、レジスタ、および／もしくは他の情報記憶デバイス、送信デバイス、受信デバイスならびに／または表示デバイス内の電子的および／または磁氣的な物理量および／または他の物理量として表されるデータ（data）を操作および／または変換するコンピュータまたは同様の電子コンピューティングデバイスなどのコンピューティングプラットフォームによって実施され得る行為および／またはプロセスを指すことを諒解されたい。そのような行為および／またはプロセスは、たとえば、記憶媒体中に記憶された機械可読命令の制御下でコンピューティングプラットフォームによって実行され得る。そのような機械可読命令は、たとえば、コンピューティングプラットフォームの部分として含まれる（「たとえば、処理回路の部分として含まれるか、またはそのような処理回路の外部の」）記憶媒体中に記憶されたソフトウェアまたはファームウェアを備え得る。さらに、別段に明記されていない限り、流れ図を参照しながらまたは他の形で、本明細書で説明されるプロセスはまた、そのようなコンピューティングプラットフォームによって全体的にまたは部分的に実行および／または制御され得る。

20

30

【0017】

【0023】 本明細書で言及する「宇宙ビークル（space vehicle）」または「S V」は、地球表面上の受信機に信号を送信することが可能であるオブジェクトに関係する。1つの特定の例では、そのようなS Vは、静止衛星を備え得る。代替的に、S Vは、軌道上を進行し、地球上の固定位置に対して移動する衛星を備え得る。ただし、これらは、S Vの例にすぎず、請求する主題は、この点について限定されない。

【0018】

【0024】 本明細書で言及する「ロケーション」は、基準点に従ってオブジェクトまたは物体の所在に関連する情報に関係する。ここで、たとえば、そのようなロケーションは、緯度および経度などの地理的座標として表され得る。別の例では、そのようなロケーションは、地球を中心としたX Y Z座標として表され得る。さらに別の例では、そのようなロケーションは、所在地住所、自治体または他の政府管轄区域、郵便番号などとして表され得る。ただし、これらは、ロケーションが特定の例に従ってどのように表され得るのかの例にすぎず、請求する主題は、この点について限定されない。

40

【0019】

【0025】 本明細書で説明されるロケーション決定技法は、ワイヤレスワイドエリアネットワーク（WWAN）、ワイヤレスローカルエリアネットワーク（WLAN）、ワイヤレスパーソナルエリアネットワーク（WPAN）などの様々なワイヤレス通信ネットワー

50

クのために使用され得る。「ネットワーク」および「システム」という用語は本明細書では互換的に使用され得る。WWANは、符号分割多元接続（CDMA）ネットワーク、時分割多元接続（TDMA）ネットワーク、周波数分割多元接続（FDMA）ネットワーク、直交周波数分割多元接続（OFDMA）ネットワーク、シングルキャリア周波数分割多元接続（SC-FDMA）ネットワークなどであり得る。CDMAネットワークは、ほんのいくつかの無線技術を挙げれば、cdma2000、広帯域CDMA（W-CDMA（登録商標））などの1つまたは複数の無線アクセス技術（RAT）を実装し得る。ここで、cdma2000は、IS-95、IS-2000、およびIS-856規格に従って実装される技術を含み得る。TDMAネットワークは、モバイル通信用グローバルシステム（GSM（登録商標））、デジタル先進移動電話システム（D-AMPS）、または何らかの他のRATを実装し得る。GSMとW-CDMAとは、第3世代パートナーシッププロジェクト（3GPP（登録商標））と称する団体からの文書に記載されている。Cdma2000は、第3世代パートナーシッププロジェクト2（3GPP2）と称する団体からの文書に記載されている。3GPP文書と3GPP2文書とは、公開されている。たとえば、WLANは、IEEE802.11xネットワークを備え得、WPANは、Bluetooth（登録商標）ネットワーク、IEEE802.15xを備え得る。また、本明細書で説明されるそのようなロケーション決定技法は、WWAN、WLANおよび／またはWPANの任意の組合せのために使用され得る。

10

【0020】

【0026】一例によれば、デバイスおよび／またはシステムは、SVから受信された信号に少なくとも部分的に基づいてそのロケーションを推定し得る。特に、そのようなデバイスおよび／またはシステムは、関連するSVとナビゲーション衛星受信機との間の距離（distance）の近似を備える擬似距離測定値を取得し得る。特定の例では、そのような擬似距離（pseudorange）は、（衛星測位システム（SPS：Satellite Positioning System）と呼ばれることもある）GNSSの部分として1つまたは複数のSVからの信号を処理することが可能である受信機において決定され得る。GNSSシステムの例は、米国によって確立されたNavstar全地球測位システム（GPS）、ロシア連邦によって確立された、GPSと概念的に同様のGlobalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistemaまたは地球軌道ナビゲーション衛星システム（GLONASS）、中国によって作成された北斗衛星導航系統（BDS）、およびGPSと同様だが欧州共同体によって作成され、近い将来完全運用能力を獲得する予定になっているGalileoを含む。その位置を決定するために、衛星ナビゲーション受信機は、4つ以上の衛星に対する擬似距離測定値ならびに送信時におけるそれらの位置を取得し得る。SVの軌道パラメータを知ることによって、これらの位置が任意の時点について計算され得る。擬似距離測定値は、次いで、信号がSVから受信機まで移動する時間に光速を乗算した結果に少なくとも部分的に基づいて決定され得る。本明細書で説明される技法が、特定の例に従って特定の例示としてGPSおよび／またはGalileoタイプのSPSにおけるロケーション決定の実装形態として提供され得るが、これらの技法が他のタイプのGNSSシステムにも適用され得ること、および請求する主題がこの点について限定されないことを理解されたい。

20

30

40

【0021】

【0027】本明細書で言及するGNSSは、共通のシグナリングフォーマットに従って同期ナビゲーション信号を送信するSVを備えるナビゲーションシステムに係る。そのようなGNSSは、たとえば、同期軌道中にSVのコンスタレーションを備えて、コンスタレーション中の複数のSVから地球の表面の莫大な部分上のロケーションにナビゲーション信号を同時に送信し得る。特定のGNSSコンスタレーションのメンバーであるSVは、一般に、特定のGNSSフォーマットに固有のフォーマットでナビゲーション信号を送信する。したがって、第1のGNSS中のSVによって送信されたナビゲーション信号を取得するための技法は、第2のGNSS中のSVによって送信されたナビゲーション信号を取得するために変更され得る。特定の例では、請求する主題がこの点について限定

50

されないが、GPS、GalileoおよびGLONASSはそれぞれSPSという名前の他の2つとは別個であるGNSSを表すことを理解されたい。ただし、これらは、「別個のGNSSに関連する」SPSの例にすぎず、請求する主題は、この点について限定されない。

【0022】

【0028】 一実施形態によれば、ナビゲーション受信機は、周期的に反復される擬似雑音(PN)(または擬似ランダム雑音(PRN))コードシーケンスを用いて符号化される特定のSVからの信号の取得に少なくとも部分的に基づいて特定のSVに対する擬似距離測定値を取得し得る。そのような信号の取得は、時間を基準とする、PNコードシーケンス中のポイントに関連する「コード位相(code phase)」を検出することを備え得る。1つの特定の実施形態では、たとえば、そのようなコード位相は、PNコードシーケンス中の局所的に生成されたクロック信号および特定のチップの状態を基準とする。ただし、これは、コード位相がどのように表され得るのかの一例にすぎず、請求する主題は、この点について限定されない。

10

【0023】

【0029】 一実施形態によれば、コード位相の検出は、PNコード間隔においていくつかのあいまいな候補擬似距離または擬似距離仮定を与え得る。したがって、ナビゲーション受信機は、SVに対する擬似距離測定値として擬似距離仮定のうちの1つを選択するために検出されたコード位相とあいまいさの解像度とに少なくとも部分的に基づいてSVに対する擬似距離測定値を取得し得る。すでに指摘したように、ナビゲーション受信機は、複数のSVから取得された擬似距離測定値に少なくとも部分的に基づいてそのロケーションを推定し得る。

20

【0024】

【0030】 特定の実施形態に従って以下に示すように、ナビゲーション受信機は、第1の信号のコード位相を検出するために第1のSVから第1の信号を取得し得る。第2のSVから第2の信号を取得する際に、ナビゲーション受信機は、取得された第1の信号のコード位相に少なくとも部分的に基づいて第2の信号中の限定されたコード位相探索範囲にわたってコード位相を探索し得る。相応して、取得された第1の信号のコード位相は、そのようなナビゲーション受信機がより速くおよび／またはより少ない処理リソースを使用して第2の信号を取得することを可能にする。

30

【0025】

【0031】 GNSS SVによって送信された信号は、概して、それらがGNSS受信機に到着するときまでに(たとえば、 $-120\text{ dBm}$ よりも小さい)極めて低い信号強度(signal strength)を有する。したがって、無線干渉は、弱いGNSS信号を負かし、測位の衛星信号の損失および潜在的な損失を生じることができる。しかしながら、悪意のある行為者は、GNSS信号を「スプーフィングする」ためにこの効果を利用し得、これは、GNSSナビゲーションシステムが、次いで、通常ならば真のGNSS信号に基づいて決定されたであろうものとは異なるナビゲーションデータまたは時間データを決定するために使用する競合信号中に不正確な情報を送るために使用され得る。したがって、スプーフィングは、受信機に偽の時間および／またはナビゲーション情報を報告させる干渉のインテリジェントな形態である。これは、GNSSナビゲーション信号に依拠する車両を迷走させることができるか、または、極端な場合、GNSSスプーフィングシステムが、ナビゲーションシステムの制御を取り、意図しないロケーションに車両をルート変更することができる。したがって、スプーフィングシステムは、事故または他の害を生じ得る。

40

【0026】

【0032】 スプーフィング攻撃(spoofing attack)に対処するために、本開示によるシステムおよび方法は、潜在的なGNSSスプーフィングを検出し、スプーフィングが前に検出された領域を識別するマップを生じることができる。この情報は、次いで、GNSS受信機が前に識別されたスプーフィング領域に近づいていることをそれが検出すると

50

きにその行動を変更するために使用され得るか、またはGNSS信号がスプーフィングされているように見える限りGNSS受信機の出力が無視され得、代替測位技法が使用され得る。

【0027】

【0033】 本明細書で使用する「スプーフィングされた状態 (spoofed state)」という用語は、1つまたは複数のGNSS信号がスプーフィングされているという（たとえば、デバイスまたは別のデバイスによる）決定が行われるときにデバイスが動作する（たとえば、GNSS受信機のための）動作の状態を指し得る。これは、スプーフィングが行われているのかどうかの決定が、スプーフィング (spoofing) を検出するために使用される1つまたは複数の技法に基づいて行われる（たとえば、信頼性のしきい値可能性またはレベルを超えた）ことを意味し得る。本明細書の他の場所で説明されているようにそのような技法は、1つもしくは複数のGNSS信号中の矛盾および／またはGNSSスプーフィングが発生したことが前に決定されている領域（たとえば、スプーフィング領域）にGNSS受信機が位置するかもしれないしきい値近接度内に位置するという決定などの情報を使用し得る。さらに、本明細書で使用する「スプーフィングされていない状態」という用語は、(i) 1つもしくは複数のGNSS信号がスプーフィングされていないかもしれないもしくはスプーフィングされている可能性がないという肯定的な決定が行われた、および／または(ii) 1つもしくは複数のGNSS信号がスプーフィングされているかもしれないもしくはスプーフィングされている可能性があるという決定が行われなかったときにデバイスが動作する動作の状態を指し得る。したがって、本明細書でより詳細に説明されるように、GNSS受信機は、それがスプーフィング送信機または「スプーファ (spoofers)」によって生じた少なくとも1つの信号の矛盾の対象となるGNSS情報を受信しているときにスプーフィングされた状態で動作し得る。一般に、矛盾は、誤ったGNSSロケーションを生成するように受信機を混乱させるためにサードパーティによって意図的に行われるものである。GNSS受信機のスプーフィングされた状態は、GNSSロケーションをロケーションの代替ソースもしくはスプーフィングより前に記憶された履歴ロケーションに対して比較すること、時間などのGNSSパラメータを維持された時間もしくは代替ソースからの時間に対して比較すること、信号および／もしくは周波数 (frequency)、擬似距離、もしくは電力などの測位パラメータにおけるもしくは計算されたロケーションにおけるジャンプおよび／もしくは異常を検出すること、または他の手段によって識別され得る。対照的に、GNSS受信機は、それがスプーフィング送信機からではなく、GNSSコンスタレーションからGNSS信号を受信しているときにスプーフィングされていない状態で動作し得る。

【0028】

【0034】 例示的な一実施形態では、GPSナビゲーションを使用する車は、ドライバーにターンバイターン方向を与えるためにGPSシステムからの情報を使用し得る。しかしこの例では、（たとえば、スプーフィングされていない状態で動作する）GPS受信機によって与えられた情報は、スプーフィング検出ソフトウェア (spoof detection software) にも与えられる。スプーフィング検出ソフトウェアは、（ロケーション、向首方向、速度、時間、日付などの）GPS信号から抽出されたデータを含む信号をGPS受信機から受信する。さらに、スプーフィング検出ソフトウェアは、それぞれ「信号特徴 (signal characteristics)」または、「信号の特徴」と呼ばれる受信されたGPS信号自体の特性（たとえば、周波数、コード位相、信号強度など）をGPS受信機から受信する。スプーフィング検出ソフトウェアは、次いで、出現し得る矛盾についてデータを監視する。矛盾は、車両の速度もしくは向首方向の対応する変化なしの報告される位置の有意な変化であり得るか、またはSVの対応する変化なしの信号周波数もしくは信号強度の変化に基づき得る。

【0029】

【0035】 矛盾を検出した後に、スプーフィング検出ソフトウェアは、次いで、矛盾がスプーフィングによる可能性、または何らかの過渡的なエラーもしくは状態、たとえば、

最近のシステム始動、マルチパス、橋の下の通過などによる可能性を決定するために統計モデルを使用する。矛盾がスプーフィングによる可能性がある場合、スプーフィング検出ソフトウェアは、潜在的なスプーフィングを直ちに報告するか、またはスプーフィングの検出を確認するためにある時間期間の間監視し続け得る。

#### 【0030】

【0036】 スプーフィング検出ソフトウェアは、スプーフィングが検出されたことを確認する場合、スプーフィング送信機ではなく（「真の」GPSまたはGNSS信号とも呼ばれる）GPS SVから受信されたGPS信号によって生成されたとそれが認識する最後のナビゲーションデータを記憶する。それは、それがスプーフィング送信機ではなくGPS SVから信号を受信するのを再開したとそれが決定するまで（たとえば、スプーフィングされた状態で）スプーフィングされたGPSデータを監視し続ける。そうするために、それは、その当時に受信されたGPS信号（スプーフィングされた信号または真のGPS信号）に基づくおよび真のGPS信号であることが知られている前に受信したGPS信号情報に基づく統計モデルを使用する。本質的に、スプーフィング検出ソフトウェアは、検出された矛盾（または複数の矛盾）が消失するのを待つ。それが真のGPS信号をもう一度受信しているとそれが決定すると、それは、それが受信する第1の真のGPS信号によって決定されたロケーションを記憶する。したがって、スプーフィング検出ソフトウェアは、スプーフィングが開始したロケーションとスプーフィングが終了したロケーションとをマークする。

#### 【0031】

【0037】 2つのポイントの場合、スプーフィング検出ソフトウェアは、スプーフィング領域を示すものとして2つのポイント間の線を形成することしかできないが、線が街路に沿って移動することに対応する場合、スプーフィング領域を決定するのに十分であり得る。しかし、時間とともに、車両は、エリアを横断するときに、複数回スプーフィング領域に出入りし得る。それは、次いで、2次元の（または、航空機の場合は3次元の）スプーフィング領域を生じるためにそれらの近接度に基づいてスプーフィング領域の異なる入口ポイントと出口ポイントとを関連付け得る。

#### 【0032】

【0038】 スプーフィング検出ソフトウェアは、これらのスプーフィング領域を維持することができ、またはそれらをリモートサーバ、たとえば、検出されたスプーフィング領域をクラウドソースするクラウドベースのサーバ（serve）に報告し、将来スプーフィングを軽減するためにスプーフィング領域を使用することができる。たとえば、スプーフィング検出ソフトウェアは、GPS受信機がGPS信号を受信するために使用する周波数を変更することなどによって車両がスプーフィング領域に入ることをそれが検出するときGPS受信機の構成を調整し得る。GPS SVは、複数の周波数でGPS信号を送信し、したがって、スプーフィング送信機が1つの周波数上でしか送信しない場合、真のGPS信号は、異なる周波数で受信され得る。代替的に、スプーフィング検出ソフトウェアは、車両がスプーフィング領域を出るまで異なるGNSS受信機またはWi-Fi（登録商標）測位またはWWAN測位などの代替測位方法を使用するように車両に命令し得る。

#### 【0033】

【0039】 本開示による例示的なシステム、デバイス、方法、および装置は、スプーフィング領域を検出し、マッピングし、それらのスプーフィング領域をローカルにまたはリモートに記憶し、スプーフィング領域内の任意のスプーフィングされたGNSS信号を軽減するように測位ユニットを調整するためにそれらのスプーフィング領域（または任意の検出されたスプーフィング）を使用するために使用され得る。そのようなシステムは、位置を適切に報告するまたは安全にナビゲートする能力を喪失することなしに測位ユニットをスプーフィング攻撃に対してより耐性を持たせ、潜在的なスプーフィング攻撃に適応させることが可能になり得る。さらに、複数の異なる技術を用いる測位ユニット、たとえば、GNSS受信機、WWAN受信機、慣性センサ（inertial sensor）などを有するシステムでは、システムは、真のGNSS信号を受信する間に測位ユニット技術のうちの1

つまたは複数のサンプリングレートを非アクティブ化または低減し、スプーフィングが検出されるときまたはスプーフィング領域内でのみこれらの他の測位技術をアクティブ化する（またはサンプリングレートを増加させる）ことによって電力節約を可能にすることができる。

#### 【0034】

【0040】 これらの例示的な例は、読者に、本明細書で説明される一般的な主題を紹介するために与えられるものであり、本開示はこの例に限定されない。以下のセクションは、スプーフィングされた衛星ナビゲーション信号を検出し、軽減するためのシステムおよび方法の様々な追加の非限定的な例および例について説明する。

#### 【0035】

【0041】 図1は、一実施形態による、UE105、ロケーションサーバ（LS: location server）160、および／または測位システム100の他の構成要素がUE105の推定されたロケーションを決定するための本明細書で提供される技法を使用することができる測位システム100の簡略図である。本明細書で説明される技法は、測位システム100の1つまたは複数の構成要素によって実装され得る。測位システム100は、UE105と、GPSなどのGNSSのための（宇宙ビークル（SV）とも呼ばれる）1つまたは複数の衛星110と、基地局120と、アクセスポイント（AP）130と、ロケーションサーバ（LS）160と、ネットワーク170と、外部クライアント180とを含むことができる。概して述べると、測位システム100は、UE105によって受信されたおよび／またはそれから送られたRF信号とRF信号を送信するおよび／またはそれを受信する他の構成要素（たとえば、GNSS衛星110、基地局120、AP130）の知られているロケーションとに基づいてUE105のロケーションを推定することができる。

#### 【0036】

【0042】 この例では、図1はスマートフォンデバイスとしてUE105を示すが、UEは、GNSS能力を含む任意の好適なデバイスであり得るか、またはそのようなGNSS機能がそれに組み込まれたデバイスまたは機械であり得る。したがって、UE105は、スマートフォン、スマートウォッチ、タブレット、ラップトップなどのパーソナルデバイスを含み得る。しかしながら、UEは、より大きいクラスのデバイスをも含み得、ボートまたは船舶、車、トラック、航空機などの統合GNSS受信機および測位システムをもつ車両を含み得る。

#### 【0037】

【0043】 図1は、様々な構成要素の一般化された図を与えるにすぎず、それらのいずれかまたはすべてが適宜に利用され得、それらの各々が必要に応じて複製され得ることに留意されたい。詳細には、1つのUE105のみが示されているが、多くのUE（たとえば、数百、数千、数百万など）が測位システム100を利用し得ることを理解されよう。同様に、測位システム100は、図1に示されているよりも多いまたは少ない数の基地局120および／またはAP130を含み得る。測位システム100中の様々な構成要素を接続する図示された接続は、追加の（中間）構成要素、直接的もしくは間接的な物理的および／またはワイヤレス接続、ならびに／あるいは追加のネットワークを含み得る、データおよびシグナリング接続を備える。さらに、構成要素は、所望の機能に応じて、並べ替えられ、組み合わせられ、分離され、置換され、および／または省略され得る。いくつかの実施形態では、たとえば、外部クライアント180は、LS160に直接接続され得る。当業者は、示されている構成要素への多くの変更を認識されよう。

#### 【0038】

【0044】 所望の機能に応じて、ネットワーク170は、様々なワイヤレスおよび／またはワイヤラインネットワークのいずれかを備え得る。ネットワーク170は、たとえば、パブリックおよび／またはプライベートネットワーク、ローカルおよび／またはワイドエリアネットワークなどの任意の組合せを備えることができる。さらに、ネットワーク170は、1つまたは複数のワイヤードおよび／またはワイヤレス通信技術を利用し得る。

いくつかの実施形態では、ネットワーク170は、たとえば、セルラーもしくは他のモバイルネットワーク、ワイヤレスローカルエリアネットワーク（WLAN）、ワイヤレスワイドエリアネットワーク（WWAN）、および／またはインターネットを備え得る。ネットワーク170の特定の例は、ロングタームエボリューション（LTE（登録商標））ワイヤレスネットワークと、（新無線（NR）ワイヤレスネットワークとも呼ばれる）第5世代（5G）ワイヤレスネットワークと、Wi-Fiワイヤレスローカルエリアネットワーク（WLAN）と、インターネットとを含む。LTE、5GおよびNRは、第3世代パートナーシッププロジェクト（3GPP）によって定義されるまたは定義されているワイヤレス技術である。ネットワーク170はまた、2つ以上のネットワークおよび／または2つ以上のタイプのネットワークを含み得る。

10

【0039】

【0045】 基地局（BS）120とアクセスポイント（AP）130とは、ネットワーク170に通信可能に結合される。いくつかの実施形態では、基地局120は、セルラーネットワークプロバイダによって所有、維持、および／または動作され得、本明細書の以下で説明されるように、様々なワイヤレス技術のいずれかを採用し得る。ネットワーク170の技術に応じて、基地局120は、ノードB、発展型ノードB（eノードBまたはeNB）、送受信基地局（BTS）、無線基地局（RBS）、NRノードB（gNB）、次世代eNB（ng-eNB）などを備え得る。gNBまたはng-eNBである基地局120は、ネットワーク170が5Gネットワークである場合に5Gコアネットワーク（5GC）に接続し得る次世代無線アクセスネットワーク（NG-RAN）の部分であり得る。AP130は、たとえば、Wi-Fi APまたはBluetooth APを備え得る。したがって、UE105は、第1の通信リンク133を使用して基地局120を介してネットワーク170にアクセスすることによってLS160などのネットワーク接続デバイスと情報を送受信することができる。追加または代替として、AP130がまた、ネットワーク170に通信可能に結合され得るので、UE105は、第2の通信リンク135を使用してLS160を含むインターネット接続デバイスと通信し得る。

20

【0040】

【0046】 LS160は、UE105の推定されたロケーションを決定することおよび／またはロケーション決定を容易にするためにUE105にデータ（たとえば、「支援データ（assistance data）」）を与えるように構成されたサーバおよび／または他のコンピュータリングデバイスを備え得る。いくつかの実施形態によれば、LS160は、ホームセキュアユーザプレーンロケーション（SUPL）ロケーションプラットフォーム（H-SLP）を備え得、これは、オープンモバイルアライアンス（OMA）によって定義されたSUPLユーザプレーン（UP）ロケーション解決策をサポートし得、LS160中に記憶されたUE105についてのサブスクリプション情報に基づいてUE105のためのロケーションサービスをサポートし得る。いくつかの実施形態では、LS160は、発見SLP（D-SLP）または緊急SLP（E-SLP）を備え得る。LS160はまた、UE105によるLTE無線アクセスのための制御プレーン（CP）ロケーション解決策を使用したUE105のロケーションをサポートする拡張サービングモバイルロケーションセンター（E-SMLC）を備え得る。LS160は、UE105による5GまたはNR無線アクセスのための制御プレーン（CP）ロケーション解決策を使用したUE105のロケーションをサポートするロケーション管理機能（LMF）をさらに備え得る。CPロケーション解決策では、UE105のロケーションを制御し、管理するためのシグナリングは、既存のネットワークインターフェースおよびプロトコルを使用してネットワーク170の観点からシグナリングとしてネットワーク170の要素間およびUE105と交換され得る。UPロケーション解決策では、UE105のロケーションを制御し、管理するためのシグナリングは、ネットワーク170の観点からデータ（たとえば、インターネットプロトコル（IP）および／または伝送制御プロトコル（TCP）を使用してトランスポートされるデータ）としてLS160とUE105との間で交換され得る。

30

40

【0041】

50

【0047】 前述のように、UE 105の推定されたロケーションは、UE 105から送られたおよび／またはそれによって受信されたRF信号の測定値に基づき得る。特に、これらの測定値は、測位システム100中の1つまたは複数の構成要素（たとえば、GNSS衛星110、AP 130、基地局120）からのUE 105の相対的な距離および／または角度に関する情報を与えることができる。UE 105の推定されたロケーションは、1つまたは複数の構成要素の知られている位置とともに、距離測定値および／または角度測定値に基づいて（たとえば、多角測位および／または多辺測位を使用して）幾何学的に推定され得る。

【0042】

【0048】 AP 130および基地局120などの地上構成要素は固定され得るが、実施形態はそのように限定されない。モバイル構成要素が使用され得る。たとえば、いくつかの実施形態では、UE 105のロケーションは、UE 105とモバイルであることも固定されることもある1つまたは複数の他のUE 145との間で通信されるRF信号140の測定値に少なくとも部分的に基づいて推定され得る。図示されているように、他のUEは、たとえば、スマートフォン145-1、車両145-2、および／または静的通信／測位デバイス145-3を含み得る。1つまたは複数の他のUE 145が特定のUE 105の位置決定において使用されるとき、位置が決定されることになるUE 105が「ターゲットUE」と呼ばれることがあり、使用される1つまたは複数の他のUE 145の各々が「アンカーUE」と呼ばれることがある。ターゲットUEの位置決定のために、1つまたは複数のアンカーUEのそれぞれの位置が知られており、および／またはターゲットUEと一緒に決定され得る。1つまたは複数の他のUE 145とUE 105との間の直接通信は、サイドリンクおよび／または同様のデバイス間（D2D）通信技術を備え得る。3GPPによって定義されるサイドリンクは、セルラーベースのLTEおよびNR規格の下でのD2D通信の形態である。

【0043】

【0049】 いくつかの実施形態によれば、UE 105が車両を備えるおよび／またはそれに組み込まれるときなど、UE 105によって使用されるD2D通信の形態は、ビークルツーエブリシング（V2X：vehicle-to-everything）通信を備え得る。V2Xは、トラフィック環境に関する情報を交換するための車両と関連するエンティティとのための通信規格である。V2Xは、V2X対応車両の間での車車間（V2V：vehicle-to-vehicle）通信、車両と（通常、路側ユニットまたはRSUと呼ばれる）インフラストラクチャベースのデバイスとの間での路車間（V2I：vehicle-to-infrastructure）通信、車両と近くの人（歩行者、サイクリスト、および他の道路利用者）との間での人車間（V2P：vehicle-to-person）通信などを含むことができる。さらに、V2Xは、様々なワイヤレス無線周波数（RF）通信技術のいずれかを使用することができる。セルラーV2X（CV2X）は、たとえば、3GPPによって定義された直接通信モードでLTE（4G）、NR（5G）および／または他のセルラー技術などのセルラーベースの通信を使用するV2Xの形態である。図1に示されているUE 105は、車両、RSU、またはV2Xメッセージを通信するために使用される他のV2Xエンティティ上の構成要素またはデバイスと対応し得る。（RSUと対応し得る）静的通信／測位デバイス145-3および／または車両145-2は、したがって、UE 105と通信し得、基地局120および／またはAP 130によって使用される技法と同様の技法を使用して（たとえば、多角測位および／または多辺測位を使用して）UE 105の位置を決定するために使用され得る。（V2Xデバイスを含み得る）UE 145、基地局120、および／またはAP 130が、いくつかの実施形態に従って、UE 105の位置を決定するために、（たとえば、WWAN測位解決策において）一緒に使用され得ることがさらに留意され得る。

【0044】

【0050】 UE 105の推定されたロケーションは、様々な適用例において使用され得、たとえば、UE 105のユーザのための方向探知またはナビゲーションを支援するために、または（たとえば、外部クライアント180に関連する）別のユーザがUE 105の

位置を特定するのを支援するために使用され得る。本明細書では「ロケーション」は、「ロケーション推定値」、「推定されたロケーション」、「ロケーション」、「位置」、「位置推定値」、「位置フィックス」、「推定された位置」、「ロケーションフィックス」または「フィックス」とも呼ばれる。UE 105のロケーションは、UE 105の絶対ロケーション（たとえば、緯度および経度および場合によっては高度）またはUE 105の相対ロケーション（たとえば、何らかの他の知られている固定されたロケーションまたは何らかの知られている前の時間におけるUE 105のためのロケーションなどの何らかの他のロケーションの南北、東西および場合によっては上下の距離として表されるロケーション）を備え得る。ロケーションはまた、（緯度および経度としての）測地ロケーションまたは（たとえば、所在地住所に関したまたは他のロケーション関連の名前および標示を使用した）都市ロケーションとして指定され得る。ロケーションは、ロケーションが誤っていることが予想される水平距離および場合によっては垂直距離などの不確実性またはエラーの指示または何らかのレベルの信頼性（たとえば、95%の信頼性）でUE 105が位置することが予想されるエリアもしくはボリューム（たとえば、円または楕円）の指示をさらに含み得る。

10

【0045】

【0051】 外部クライアント180は、UE 105との何らの関連を有し得る（たとえば、UE 105のユーザによってアクセスされ得る）ウェブサーバもしくはリモートアプリケーションであり得るか、または（たとえば、友人もしくは関係者ファインダ、資産追跡または子供もしくはペットのロケーションなどのサービスを可能にするために）UE 105のロケーションを取得し、与えることを含み得る何らかの他の1人または複数人のユーザにロケーションサービスを提供するサーバ、アプリケーション、もしくはコンピュータシステムであり得る。追加または代替として、外部クライアント180は、UE 105のロケーションを取得し、緊急サービスプロバイダ、政府機関などにそれを与え得る。

20

【0046】

【0052】 図2Aは、GNSSナビゲーションを使用する車両200が偽のGNSS衛星信号を受信している状況を示す図であり、すなわち、それは、スプーフィングの一例を示す。車両200は、それぞれ複数のGNSS衛星210、212、214、および216から本物のGNSS衛星信号202、204、206、および208を受信する。GNSS衛星信号202、204、206、および208は、車両200に取り付けられたアンテナ220によって受信される。アンテナ220に電気的に接続されたGNSS受信機222は、信号202、204、206、および208を受信し、信号202、204、206、および208内に含まれている測距情報の測定値に基づいてロケーションのGNSSロケーション座標を計算する。様々な実施形態における車両200は、ナビゲーションシステムおよび、場合によっては、車両200のロケーションの計算されたGNSS座標を使用して規定の進路にわたって車両200を運転する自動運転システムを含むことができる。4つのGNSS衛星210、212、214、および216からGNSS衛星信号202、204、206、および208を受信するアンテナ220が示されているが、アンテナ220は、任意の数のGNSS衛星からGNSS衛星信号を受信していることがあることを理解されたい。アンテナ220は、複数のGNSS衛星からGNSS衛星信号を受信し、ここで、複数は、1よりも大きい任意の数である。

30

40

【0047】

【0053】 図2Aはまた、スプーファ224を示す。スプーファ224は、アンテナ228と送信機232とを含むことができる。スプーファ224は、車両のアンテナ220によって受信されるワイヤレススプーフィング信号226を生成することができる。スプーフィング信号226は、複数の偽のGNSS衛星信号を含んでいる合成信号であり得る。スプーフィング信号226は、本物のGNSS衛星信号を模倣するように生成され得る。様々な実施形態では、スプーファ224は、固定された地理的ロケーションに位置する。いくつかの実施形態では、スプーファ224は、モバイルである（たとえば、別の車両または船舶に取り付けられる）ように構成され得る。

50

## 【0048】

【0054】 G N S S 信号スプーファ 2 2 4 は、いくつかの方法で偽の G N S S 衛星信号を作成するように設計され得る。いくつかの実施形態では、スプーファ 2 2 4 は、所望の偽の衛星データを用いてプログラムされた本物の G N S S 衛星信号をシミュレートすることによってスプーフィング信号 2 2 6 を作成する。図 2 A では、スプーファ 2 2 4 は、アンテナ 2 2 8 において本物の G N S S 信号 2 0 2、2 0 4、2 0 6、2 0 8 をキャプチャし、次いで、送信機 2 3 2 を用いてこれらの信号を再ブロードキャストする。図 2 A に示されている実施形態では、スプーファ 2 2 4 は、スプーフィングされることになっている G N S S ナビゲーションシステムとは異なるロケーションにおいて受信されたライブ G N S S 信号を再ブロードキャストすることによってスプーフィング信号 2 2 6 を作成する。スプーファ 2 2 4 は、本物の G N S S 信号として受け入れられることになるデータを含むスプーフィング信号 2 2 6 を作成する任意の方法を使用してスプーフィング信号 2 2 6 を作成し、それをブロードキャストすることができることを理解されたい。1 人のスプーファ 2 2 4 または複数人のスプーファ 2 2 4 は、固定のロケーションまたは可動のロケーションをもシミュレートし得る。たとえば、何人かのスプーファ 2 2 4 は、地理的エリアの周りを円状に移動するロケーションをシミュレートすることができる。

10

## 【0049】

【0055】 図 2 A に示されている実施形態では、スプーファ 2 2 4 は、アンテナ 2 2 8 と送信機 2 3 2 とを含むことができる。スプーファ 2 2 4 は、ライブ G N S S 衛星 2 1 0、2 1 2、2 1 4、および 2 1 6 からスプーフィングアンテナにおいて受信された G N S S 衛星信号 2 0 2、2 0 4、2 0 6、および 2 0 8 を再ブロードキャストすることによってスプーフィング信号 2 2 6 を生成する。衛星 2 1 0、2 1 2、2 1 4、および 2 1 6 は、衛星 2 1 0、2 1 2、2 1 4、および 2 1 6 と同じまたは異なる G N S S 衛星であり得る。スプーフィングアンテナ 2 2 8 は、本物の車両 2 0 0 のロケーションからオフセットされたスプーフィングロケーションに位置し得る。本物の G N S S 衛星信号 2 0 2、2 0 4、2 0 6、および 2 0 8 は、合成スプーフィング信号 2 2 6 に組み合わされ、スプーフィング送信機 2 3 2 によって再ブロードキャストされる。

20

## 【0050】

【0056】 スプーフィング信号 2 2 6 は、アンテナ 2 2 0 によって受信された複数の G N S S 衛星信号 2 0 2、2 0 4、2 0 6、および 2 0 8 の合成であり得る。G N S S 衛星信号 2 0 2、2 0 4、2 0 6、および 2 0 8 は、スプーファ送信機から再ブロードキャストされるとき、それらは、本物の位置とは異なるロケーションにおいてスプーファアンテナ 2 2 8 によって受信されたデータを含んでいるので、偽の G N S S 衛星信号になり、スプーフィングされた位置 2 3 0 を生じる。スプーフィング信号 2 2 6 は、任意の数の偽の G N S S 衛星信号を含むことができる。

30

## 【0051】

【0057】 スプーフィング信号 2 2 6 の電力レベルは、スプーフィング信号 2 2 6 がアンテナ 2 2 0 によって受信されるとき、スプーフィング信号 2 2 6 が本物の G N S S 衛星信号 2 0 2、2 0 4、2 0 6、および 2 0 8 を負かすように設定され得る。したがって、受信機 2 2 2 は、スプーフィング信号 2 2 6 を使用して偽の G N S S 衛星信号 2 2 6 に基づいて G N S S ロケーションを計算する。特に、受信機 2 2 2 は、偽の G N S S 衛星信号 2 2 6 の G N S S 衛星信号の位相（コード位相および／またはキャリア位相） $\phi$  の値を測定することになり、コード位相および／またはキャリア位相  $\phi$  の値を使用して真のロケーション以外の異なるロケーションのための G N S S ロケーションの座標を計算することになり、車両がその真のロケーションではなく異なるロケーションにあることを報告することになる。これがスプーファ 2 2 4 の意図であり、いくつかの実施形態では、車両 2 0 0 が偽のロケーション、本当の位置に対してオフセットされているスプーフィングされた位置 2 3 0 にあると受信機 2 2 2 に信じさせ、それを報告させる。ナビゲーションシステムのスプーフィングはまた、ナビゲーションデバイスに偽のタイミングデータを与えさせるために実施され得る。さらに、G N S S デバイスは、重要なタイミング適用例において

40

50

使用され得る。したがって、いくつかの実施形態では、偽のGNSS衛星信号の検出は、スプーフィングシステムがGNSSデバイスによって偽のタイミングデータを与えさせるのを防げるために実施される。

【0052】

【0058】 図2Bは、一例による、道路システム上を移動している車両にスプーファがどのように影響を及ぼし得るのかを示す、街路システム250の一部分の俯瞰図の図である。街路システム250は、ファーストストリート252に沿って進み、メインストリート251に向かって右ターンを行った車両の重ねられた報告されたロケーションを含む。車両の経路は、スプーファがスプーフィングされたGNSS信号を送信している状態でそれがエリア260に入ったものとして示されている。スプーフィングされたGNSS信号は、ヒルストリート253とセカンドストリート254との交差点の近くのスプーフィングされた偽のゾーン270中に車両が実際にあることを示す情報を与える。したがって、車両がスプーファによってカバーされたエリアに入ったとき、そのGNSS受信機は、スプーフィングされた偽のゾーン中のロケーションを報告した。車両は、スプーフィングされたゾーン260を出たとき、その真の位置を報告するのを再開した。車両は、GNSSロケーションに依拠する自律操縦車両であった場合、スプーファからスプーフィングされたロケーションデータを受信すると予測不可能なまたは危険な行為を取ることがある。車両が手動で制御され、GNSSが単にドライバへのコンピュータに生成された指示のために使用される場合、影響はそれほど深刻ではないことがある。しかしながら、いずれの場合も、車両の適切なナビゲーションが損なわれることがある。

【0053】

【0059】 次に図3を参照すると、図3は、スプーフィングされた衛星ナビゲーション信号を検出し、軽減するための例示的なUE300を示す。UE300は、スプーフィング検出ソフトウェア (spoof detection software) 310と、関連するデータストア312と、1つまたは複数のGNSS受信機322、1つまたは複数のWWANサブシステム324、1つまたは複数のWi-Fiサブシステム326、および1つまたは複数の慣性センサをもつ慣性測位ユニット328を含む測位ユニット320とを含む。WWANサブシステム324、Wi-Fiサブシステム326、および慣性測位ユニット328の各々は、GNSS受信機322に加えてUE300のロケーションを決定することが可能であり得るが、UEは、測位のために主にGNSS受信機322に依拠し得る。

【0054】

【0060】 UE300が、追加の構成要素 (図示せず) を備え得、車両、船舶、コンピュータシステムなどのより大きいデバイスに統合されることが留意され得る。さらに、UE300の構成要素の一部または全部が、図8に示され、後述されるUEの様々なハードウェアおよび／またはソフトウェア構成要素によって実行され得る。したがって、図3に示されているハードウェアおよび／またはソフトウェア構成要素は、図8に示されているハードウェアおよび／またはソフトウェア構成要素と重複し得る。

【0055】

【0061】 WWANサブシステム324および／またはWi-Fiサブシステム326は、Wi-Fiアクセスポイント (たとえば、図1のAP130)、WWANの基地局 (たとえば、図1の基地局120)、および／または他のUE (たとえば、車両、RSの使用などの1つまたは複数のV2Xデバイスを含み得る図1のUE145) との間でワイヤレス信号を送受信することを伴い得る様々なワイヤレス技法のいずれかを使用したUE300の位置決定を与え得る。さらに、そのような測位は、図1に関して前に説明されたようにロケーションサーバ (たとえば、ロケーションサーバ160) と通信することをさらに伴い得る。したがって、WWANサブシステム324および／またはWi-Fiサブシステム326は、ワイヤレス通信インターフェースを備え、および／またはそれに統合され得、これは、(図8のアイテム830に関して以下で説明されるように) ワイヤレス通信および／または測位のために1つまたは複数のトランシーバを備え得る。WWANサブシステム324および／またはWi-Fiサブシステム326を使用して実施される測位

プロシージャおよび方法は、補助GNSS（A-GNSS）、（NRでは到着時間差（TDOA）と呼ばれることがある）観測到着時間差（OTDOA）、リアルタイムキネマティック（RTK）、精密単独測位（PPP）、差動GNSS（DGNSS）、拡張セルID（ECID）、到来角（AoA）、離脱角（AoD）、WLAN測位、ラウンドトリップ信号伝播遅延（RTT）、マルチセルRTT、ならびに／または他の測位プロシージャおよび方法などのUE支援型／UEベースのおよび／またはネットワークベースのプロシージャ／方法を備え得る。

【0056】

【0062】 図3のUE300において、スプーフィング検出ソフトウェア310は、GNSS受信機322からの情報など測位ユニット320からの情報を受信し、1つまたは複数のスプーフィング領域に関する情報を取得するためにデータストア312にアクセスし、スプーフィング領域を取得するまたはスプーフィング領域に関する情報を送るために1つまたは複数のリモートサーバにワイヤレスにアクセスし、1つまたは複数のGNSS信号がスプーフィングされている可能性があるのかどうかを決定し、スプーフィングの可能性のある場合、測位ユニット320の構成を調整し、データストア312中のまたは1つもしくは複数のリモートサーバのスプーフィング情報を更新する。

10

【0057】

【0063】 GNSS受信機322は、図1～図2に関連して上記で説明されたように複数のGNSS SVからGNSS信号を受信し、受信された信号に基づいてナビゲーションデータを決定する。さらに、GNSS受信機322は、周波数、コード位相、信号強度などの受信されたGNSS信号の特性を決定する。GNSS受信機322は、次いで、スプーフィング検出ソフトウェア310にGNSS情報を送信する。

20

【0058】

【0064】 GNSS情報は、緯度、経度、高度、向首方向、速度、時間情報、ナビゲーションメッセージデータ（たとえば、エフェメリス（ephemeris）またはアルマナック（almanac））などのナビゲーションデータを含み得る。GNSS情報はまた、可視衛星の数、アルマナック情報、エフェメリス情報などのGNSSステータスデータと周波数、キャリア位相、コード位相、信号強度などの受信されたGNSS信号の特性とを含み得る。時間情報は、日付、時刻、うるう秒の数などの任意の時間関連情報を含み得る。したがって、GNSS受信機322は、スプーフィング検出ソフトウェア322にかなりの量のGNSS情報を報告し得、これは、次いで、受信されたGNSS情報を分析し、時間とともに受信されたGNSS信号中の矛盾を潜在的に検出するためにそれを使用し得る。

30

【0059】

【0065】 GNSSスプーフィングを検出することの一部として、スプーフィング検出ソフトウェア310は、GNSS情報の異常な変化を識別するために連続するGNSS信号から時間とともに受信されたGNSS情報を分析する。たとえば、GNSS受信機の報告される位置が、特定の報告される速度に対して有意な距離だけ急に変化し得る。GNSS受信機が車両のナビゲーションシステムに統合され、車両が、25メートル毎秒（m/s）で移動している場合、スプーフィング検出ソフトウェアによって受信されたGNSS情報が、2秒にわたって150メートルのロケーションの変化を示すが、25m/sから75m/sへの速度の対応する変化がない場合、スプーフィング検出ソフトウェア322は、GNSS情報から矛盾を識別し得る。

40

【0060】

【0066】 ただし、ロケーションの矛盾は、検出され得る多くの矛盾の一例にすぎない。これらの矛盾は、GNSS信号がスプーフィングされているのかどうかを決定するためにスプーフィング検出ソフトウェアによって検出され、蓄積され、使用され得る。異なる例示的なGNSS受信機は、異なる方式でGNSS情報を出力し得るが、一例では、GNSS受信機は、毎秒1回（それぞれ「サンプル（sample）」または「エポック（epoch）」と呼ばれる）新しいGNSS情報を報告し、これは、スプーフィング検出ソフトウェア322、ナビゲーションシステムなどに送信され得る。したがって、GNSS受信機が

50

らの連続する信号は、時間とともに変化するデータをもつGNSS情報を送信することが予想され得るが、GNSS情報が時間とともに変化する方法は、1つまたは複数の矛盾を示し得る。ロケーション、速度、向首方向または他のナビゲーションデータの急激な変化はすべて矛盾を示し得る。しかし、GNSSステータスデータの変化も矛盾を示し得る。たとえば、コード位相が、1つのサンプルから次のサンプルまでに急に変化し得るか、または信号強度が、短い時間期間に、たとえば、1つのサンプルからいくつかのサンプルまでに顕著に増加し得る。同様に、そのうちのいくつかは反復データを単に含むエフェメリスまたはアルマナックデータが不意に変化し得るか、またはGNSSによって報告されるうる秒の数などの時間情報が変化し得る。

【0061】

【0067】 矛盾を検出することは、統計的に予想される変化の範囲の外のある値の変化を検出することを伴い得る。たとえば、GNSS受信機が移動するにつれてロケーション値は時間とともに変化するが、速度または向首方向などの他のデータ値に対応しないロケーションの大きい変化は矛盾として識別される可能性がある。同様に、GNSS信号の強度、コード位相などの変化などの他の種類のデータの変化が矛盾を示し得る。矛盾を識別するのを助けるために、1つまたは複数の統計値が、GNSS情報のうちの少なくともいくつかについて時間とともに計算され、追跡され得る。たとえば、GNSS受信機は、最初に電源投入されるとき、ロックオンするGNSS信号を探し得、十分な数のSVに対してロックが達成されると、GNSS情報を報告し始めることになる。統計分析は、そのような時間に開始し得、無期限に続け得る。代替的に、統計値は、その当時のサンプルの前のGNSS情報のローリング履歴ウィンドウ、たとえば、30分のウィンドウ（または5、10、15、20、45、または60分などのウィンドウ）に対して計算され得る。

【0062】

【0068】 新しいGNSS情報は、受信されると、それが統計的外れ値であるのかまたはそれが許容できる値であるかを決定するために前に計算された統計情報に基づいてモデル化され得る。平均、標準偏差などのコンピューティング値を含む任意の好適なタイプの統計モデリングが使用され得る。さらに、統計値が、GNSS情報のデータ派生物に対して計算され得る。たとえば、ロケーション情報は、時間とともに変化し得、したがって、計算されたロケーション（たとえば、緯度、経度）に関係する統計値は、有用でないことがあるが、ロケーションの変化（たとえば、 $\Delta$ 緯度、 $\Delta$ 経度）に関係する統計値は有用であり得る。さらに他の種類の派生情報が、時間とともに計算され、モデル化され得る。

【0063】

【0069】 いくつかのタイプの情報は、モデリングを必要としないことがあるが、代わりに矛盾を直接示し得る。たとえば、いくつかのGNSS情報は、概して長期間定数であり得る。したがって、そのようなGNSS情報の変化は、矛盾を直接示し得る。1つの例は、1年に数回しか変化しないことがあるGPSシステムのアルマナックデータであり得る。そのSVのために前に受信したアルマナックデータとは異なるまたは別のSVから受信されたアルマナックデータとは異なる特定のSVのためのアルマナックデータが受信される場合、それは矛盾として識別され得る。2つのSVの間でアルマナックデータが異なるが、同じタイムスタンプを有する場合、それは矛盾を示し得る。さらに他の種類のデータが、矛盾を直接示し得る。たとえば、GNSS受信機の加速度は、たとえば、ロケーションの第2の派生としてGNSSロケーション情報から計算され得る。GNSS受信機が、ロケーションの突然の変化、たとえば、1つのサンプルの200メートルの変化を経験する場合、それは極めて速い速度を必要とすることになり、その場合、これは、前の速度からの非常に有意なレートの加速度を暗示することになる。あらかじめ決定されたしきい値を上回る加速度は、矛盾として識別され得る。同様に、矛盾を決定するために任意の好適なGNSS情報またはそのようなGNSS情報から計算される派生情報のためにしきい値が設定され得る。

【0064】

【0070】 本開示によるいくつかの例は、矛盾を検出するために統計モデリングを採用

し得、いくつかは、所定のしきい値を採用し得、一方、いくつかは、両方の技法を採用し得る。さらに、異なるGNSSシステムは、様々な種類のGNSS情報がGNSS受信機によって受信または報告されることを生じ得るので、本開示による異なる例は、潜在的な矛盾を識別するために様々なタイプのGNSS情報の分析を採用し得る。さらに、矛盾を識別するために、いくつかの例は、GNSS情報のサブセットしか分析しないことがあり、いくつかは、利用可能なGNSS情報のすべてを分析し得る。

【0065】

【0071】 GNSS情報自体を分析することに加えて、GNSS情報はまた、測位ユニットの他の構成要素からのデータに関して分析され得る。たとえば、GNSSロケーションまたは向首方向情報は、WWANサブシステム324などの別の測位サブシステムからまたは慣性測位ユニット328から取得されたロケーションまたは向首方向情報に対して比較され得る。また、GNSSロケーションまたは向首方向情報と他の測位サブシステム324～328から取得された同様の情報との間の矛盾がGNSSスプーフィングなしに発生し得るが、そのようなもの矛盾の急激な変化は、潜在的な矛盾として検出され、識別され得る。したがって、矛盾は、他の測位サブシステム324～328から受信された情報などに基づいてGNSS情報に関連する矛盾と同様に上記で説明されたようにGNSS情報内に検出され得る。

【0066】

【0072】 上記で説明されたように、スプーフィング検出ソフトウェア310は、潜在的なGNSSスプーフィングを識別するのを助けるために矛盾についてGNSS情報を分析する。しかしながら、スプーフィングが行われていると決定することは、矛盾を識別することを越えた追加の処理を伴い得る。たとえば、矛盾が受信されたGNSS情報中のただ1つのデータ値中にしか識別されない場合、それは、スプーフィングではなく、たとえば、干渉による受信されたGNSS信号の破損を示し得る。したがって、スプーフィング検出ソフトウェア310は、スプーフィングを検出するために、GNSS情報中の矛盾を識別することに加えて追加の分析を実施し得る。

【0067】

【0073】 この例では、スプーフィング検出ソフトウェア310は、受信されたGNSS信号がスプーフィングされている可能性があるのかどうかを決定するために検出された不一致を含む複数の様々な種類のデータを入力として受け入れる統計モデルを使用し得る。スプーフィング検出ソフトウェア310は、入力として、検出された不一致ならびに知られているスプーフィング領域に関する情報、UE300内のより大きい測位構成要素の部分である他の利用可能なセンサまたはシステムからの情報、およびデバイスが経験している移動のタイプ、たとえば、UEが、歩行者によって搬送されているのか、車またはトラック内に統合されているのか、船舶内に統合されているのか、航空機内に統合されているのかに関する情報などを受信し得る。統計モデルは、入力として、これらの異なるソースからデータを受信し得、GNSS信号がスプーフィングされているという可能性を決定し得る。

【0068】

【0074】 この例では、スプーフィング検出ソフトウェアは、受信された入力データに基づいて、受信されたGNSS信号が真のGNSS信号であるという、たとえば、0と1との間で可能性を決定するためにベイズモデルを採用し得る。したがって、この例では、受信されたGNSS信号がおそらく真のGNSS信号として決定されるのかどうかは、1つまたは複数の矛盾が検出されたのかどうかに基づくバイナリ決定でないことがある。代わりに、モデルは、入来データと時間とともに連続するデータサンプルとを分析し得、それは、受信された信号が真のGNSS信号であるのかまたはスプーフィングされた信号であるのかを示す傾向になり得る。したがって、UEが、電源投入され、GNSS受信機からGNSS情報を受信し始めた直後に、ベイズモデルが最初の状態で開始し、たとえば、それは、50%の可能性のスプーフィングを仮定し、0.5の値を出力し、時間とともに、より多くのGNSS情報または他の入力情報が受信されるにつれて、知られているスプ

ーフィング領域に出入りするなどにつれて、その計算された確率が増加または減少される。

【0069】

【0075】 この例では、スプーフィング検出ソフトウェア310は、新しいデータが受信されるときに、たとえば、各GNSSサンプルが受信された後にスプーフィングの可能性を決定することを諒解されたい。したがって、スプーフィング検出ソフトウェア310は、GNSS信号がスプーフィングされているのかどうかに関して時間とともに一連の確率を出力し得る。このデータは、受信されたGNSS情報、タイムスタンプ情報、ロケーション情報などの他の情報とともにデータストア312中の1つまたは複数の記録中に記憶され得る。したがって、時間とともに、スプーフィング検出ソフトウェア310は、ロケーションと対応する決定されたスプーフィングの確率とを有する記録のデータベースを生成し得る。これらの記録は、次いで、スプーフィング領域を識別するために使用され得る。

10

【0070】

【0076】 スプーフィング領域を識別するために、スプーフィング検出ソフトウェア310は、決定されたロケーションに関連するスプーフィングの確率の記録を生成し得る。確率が生成されるにつれて、確率は、スプーフィングがないことを示すことからGNSSのスプーフィングを示すことに変化し得る。これらの種類の変化は、スプーフィング領域に入ること（またはそのようなスプーフィング領域から出ること）を示し得る。さらに、スプーフィング検出ソフトウェア310が各GNSSサンプルを用いてまたは別の標準的な方式で新しい確率を生成し得るので、やはり、真のGNSS信号の高い確率をもつロケーションからスプーフィングされたGNSS信号の高い確率をもつロケーションへの遷移を識別し、それによって、スプーフィング領域に入ること（または、そこから出ること）を比較的迅速に検出し得る。

20

【0071】

【0077】 スプーフィング検出ソフトウェア310は、スプーフィング領域への入口点（または、逆に、スプーフィングされたGNSS信号の高い確率から真のGNSS信号の高い確率に確率が遷移する場合は出口点）としてこれらの遷移を識別し得る。（本明細書では「遷移ロケーション」と呼ぶ）遷移に対応するロケーションは、他のデータ記録とは別々に記憶され得るか、またはそれらは、遷移を示さないデータレコードの代わりに記憶され得る。しかしながら、遷移ロケーションは、次いで、スプーフィング領域への境界を識別するために、したがって、GNSSスプーフィングが行われているのかどうかを決定するのを助けるために将来使用され得るスプーフィング領域を決定するために使用され得る。そのような機能を使用可能にするために、入口および出口点に対応する2つの遷移ロケーションが、以下でより詳細に説明されることになるスプーフィング領域の明らかな境界を表すものとして関連付けられ得る。

30

【0072】

【0078】 スプーフィング領域は、偽のGNSS信号が真のGNSS信号の代わりに受信され得るように真のGNSS信号をスプーフィングする偽のGNSS信号を送信する送信機の近くに領域である。スプーフィング領域のロケーションを識別することは、将来のスプーフィング検出動作を支援し得、スプーフィングされたGNSS信号に基づく位置ではなく正確な位置情報を出力するように測位ユニットを調整するために測位ユニット、たとえば、測位ユニット320への構成の変更を容易にし得る。

40

【0073】

【0079】 この例においてスプーフィング領域を識別するために、遷移ロケーションが識別され、データストア312中に記憶され得る。場合によっては、スプーフィング領域は、2つの遷移ロケーションによって識別され得るが、そのようなスプーフィング領域の信頼性および有用性は、限定され得る。たとえば、2つの遷移ロケーションに基づくスプーフィング領域は、街路または街路上の進行方向に対応し得る2つの遷移ロケーションの間の線として定義され得る。または、スプーフィング領域は、2つの遷移ロケーションが

50

円または球の直径上の終点であると仮定して生成されることもできる。しかしながら、この例では、スプーフィング検出ソフトウェア310は、2次元のまたは3次元の「ジオポリゴン (geopolygon)」を使用してスプーフィング領域を生成し得る。

【0074】

【0080】 ジオポリゴンは、3つ以上の遷移ロケーションによって定義された領域（たとえば、エリア）である（たとえば、飛行機旅行の場合、3次元のジオポリゴンが、ボリュームを備える領域を定義するために少なくとも4つの遷移ロケーションを使用し得る）。したがって、遷移ロケーションが蓄積されるとき、スプーフィング検出ソフトウェア310は、相対近接度に基づいて遷移ロケーションをグループ化する。いくつかの例では、遷移ロケーションはまた、1つまたは複数の識別された矛盾の性質に基づいてグループ化され得る。そのような技法は、異なるスプーフィングされたGNSS信号を採用する近くのだが、異なるスプーフィング領域の間を区別するのに役立ち得る。

【0075】

【0081】 図4Aを参照すると、図4Aは、図2Bに示されている例に基づいて生成されるジオポリゴンの一例を示す。図2Bに関して上記で説明されたように、スプーフィングされたゾーン260は、スプーフィングされたゾーン270に対応するロケーションを与えるスプーフィングされたGNSS信号を出力するスプーファ送信機を有する。車両（または複数の車両）は、スプーフィングされたゾーン260を横断するとき、スプーフィング検出ソフトウェア310がスプーフィングの低い確率からスプーフィングの高い確率への（または逆の）変化を検出する遷移ロケーション410a~cを検出する。これらの遷移のロケーションは、記憶され、ジオポリゴン400の頂点を決定するために関連付けられる。この例では、3つの遷移ロケーション410a~cが識別され、三角形のジオポリゴン400を作成する。しかしながら、より多くの遷移ロケーションが識別される場合、ジオポリゴン400は形状を変更し得る。図4Bは、第4の遷移ロケーション410dが決定され、ジオポリゴン400に関連付けられた後のジオポリゴン400を示す。したがって、より多くの遷移ロケーションがあると、ジオポリゴン400は、追加の頂点に適應するために形状を変更し得る。

【0076】

【0082】 再び図3を参照すると、UE300は、領域を横断するとき、様々なGNSSスプーファに遭遇し、各スプーファに関連する遷移ロケーションをロギングし得る。しかしながら、ジオポリゴンを生成するために、UE300は、同じスプーファに関連する3つの遷移ロケーションを識別し得る。したがって、UE300は、第2のオケーション時に、2つ前の遷移ロケーションとは異なるロケーションにおいて同じGNSSスプーファを検出し得る。これは、UE300を備える車両が、一方向に街路を横断し、スプーフィングされた信号に遭遇し、その後、反対方向に街路を横断し、同じスプーフィングされた信号に遭遇するときに当然発生し得る。そのようなシナリオでは、スプーフィング検出ソフトウェア310は、4つの遷移ロケーションを検出し得る。これらの遷移ロケーションを検出した後に、最初に明らかなスプーフィング領域からの第1の入口および出口（遷移ロケーション1および2）を表した2つの遷移ロケーションを関連付け得、また、明らかなスプーフィングロケーションからの第2の入口および出口（遷移ロケーション3および4）を表した2つの遷移ロケーションを関連付け得る。したがって、スプーフィング検出ソフトウェア310は、4つの遷移ロケーションを有し得るが、遷移ロケーションのペアが関連付けられているにもかかわらず、4つすべての遷移ロケーションが互いにまだ関連付けていないことがある。

【0077】

【0083】 関連付けられていない遷移ロケーションを関連付けるために、スプーフィング検出ソフトウェア310は、関連付けられていない遷移ロケーションの間の距離を決定し得る。1つの関連付けられていない遷移ロケーション、たとえば、遷移ロケーション1、が別の遷移ロケーション、たとえば、遷移ロケーション3に十分に近接している場合、スプーフィング検出ソフトウェア310は、それらの2つの遷移ロケーションを関連付け

得る。これは、次に、4つすべての遷移ロケーションを互いに関連付けさせ得、遷移ロケーション1および2は、以前に関連付けられており、遷移ロケーション3および4は、以前に関連付けられており、次に、遷移ロケーション1および3が、関連付けられ、このようにして、4つすべての遷移ロケーション1、2、3、および4をリンクする。

【0078】

【0084】 遷移ロケーションを関連付けるための別の技法は、遷移ロケーションの1つの関連するペアと交差する線が遷移ロケーションの別の関連するペアと交差するのかどうかを決定することであり得る。たとえば、UE300が、一方向に、たとえば、図4Bに示されているように、交差点を横断し、スプーフィング領域（たとえば、スプーフィングされたゾーン260）への入口およびそれからの出口を検出し、次いで、たとえば、前の横断に直交して、異なる街路上にいる間に同じ交差点を横断し、遷移ロケーションの2つのペア、たとえば、遷移点（transition point）410a～bおよび410c～dが生成され得る。しかしながら、遷移ロケーションの2つのペアを接続するそれぞれの線分は（交差点の中央に対応する）交差することになり、潜在的に、遷移ロケーションが同じスプーフィング領域にすべて関係することを示す。

【0079】

【0085】 スプーフィング検出ソフトウェアは、少なくとも3つの遷移ロケーションを関連付けた後、次いで、スプーフィング領域を表すためにジオポリゴンを生成し得る。3つ以上の関連する遷移ロケーションは、次いで、ジオポリゴン上の頂点を形成し、スプーフィング領域の内側領域を定義する。ロケーション情報に基づいて近くのスプーフィングゾーンの効率的な識別を可能にするために任意の好適な数学的技法（たとえば、幾何学的分析）を使用してジオポリゴンの中心（center）または重心（centroid）などのジオポリゴンに関する追加情報も生成され得る。ジオポリゴンは、次いで、データストア312中に記憶され得る。追加の遷移ロケーションが識別されると、スプーフィング検出ソフトウェア310は、それらを既存の遷移ロケーションまたはジオポリゴンに関連付け、既存のジオポリゴンの境界を調整するかまたは新しいジオポリゴンを定義するためにそれらを使用し得る。たとえば、図4Aのスプーフィング領域400は、第4の遷移ロケーションを用いて図4Bでは増強されている。

【0080】

【0086】 データストア312中に遷移ロケーションまたはジオポリゴンを記憶することに加えて（またはその代わりに）、スプーフィング検出ソフトウェア310は、記憶および後続のアクセスのためにリモートサーバに遷移ロケーション情報またはジオポリゴン情報を送信し得る。

【0081】

【0087】 図5は、リモートサーバ550に遷移ロケーションもしくはジオポリゴン情報を送信するかまたはリモートサーバ550からそのような情報を受信することをUE510a～cが行うことを可能にする例示的なクラウドソーシングシステム500を示す。そのような情報を受信し、記憶するリモート（または「クラウド」）サーバの使用は、複数の異なるUE510a～cからの遷移ロケーションおよびジオポリゴンのアグリゲーションを可能にし得る。このアグリゲートされたデータは、地理的領域内のスプーフィング領域のマップを生成するか、またはUEの大きい集団から収集されたデータを使用することによってジオポリゴンの境界をより良く定義するために使用され得る。図5に示されている例が3つのUE510a～cしか含まないが、いくつかの例では、任意の数のUEが採用され得る。

【0082】

【0088】 図5に示されている例示的なクラウドソーシングシステム500は、概して図1に関して上記で説明されたように、GNSS衛星520のコンスタレーションから信号を受信する複数のUE510a～cを含む。UE510a～cはまた、WWAN530（図5に表されているのは、簡単のために、単一の基地局である）と通信しており、これはネットワーク540へのアクセスとサーバ550との通信とを可能にする。UE510

a～cが、広い地理的エリアにわたって分散され得、各々は、異なるWWAN530と通信し得、および／またはWWAN530は、（サーバ550および／またはデータストア552を備え得る）ネットワーク540の少なくとも一部分を備えるが、各々は、図5に示されている通信ネットワークと同様の通信ネットワークを通してサーバ550とを最終的に通信していることがあることを諒解されたい。さらに、1つのサーバ550が示されているが、任意の好適な数のサーバ550が採用され得る。

【0083】

【0089】 遷移ロケーション情報またはジオポリゴン情報を送信することに加えて、スプーフィング検出ソフトウェア310は、そのような遷移ロケーションまたはジオポリゴン情報に関連する他の情報を送信し得る。たとえば、それは、そのような遷移ロケーションまたはジオポリゴン情報に関連するGNSS情報を送信し得る。そのような情報を受信すると、サーバ550は、そのデータストア552内にそれを記憶し得る。さらに、サーバ550は、遷移ロケーション情報中の偽陽性（false positive）を検出するかまたはスプーフィング検出ソフトウェア310によって検出されていない他のスプーフィング領域を検出するためにそれが使用し得るそれ自体の統計モデルを更新するために受信された情報を使用し得る。

【0084】

【0090】 そのような機能を使用可能にするために、サーバ550は、様々なUE510a～cからの受信された情報を使用し、矛盾についてGNSS情報を分析するあるバージョンのスプーフィング検出ソフトウェア、たとえば、スプーフィング検出ソフトウェア310を採用し、様々なUEによって使用されるモデルと同様のモデルに基づいて1つまたは複数のGNSS信号がスプーフィングされているという確率を決定し得る。しかしながら、サーバが多数のUEから情報を受信するので、そのモデルは、矛盾を検出し、GNSS信号のスプーフィングを決定するためにより良くトレーニングされ得る。いくつかのそのような例では、UE510a～cは、それ自体のスプーフィング検出ソフトウェアを実行するのではなく、単に、リモートサーバ550にGNSS情報ならびに他のデータを報告し得る。したがって、リモートサーバ550は、そのような処理を実施し、以下でより詳細に論じるように、任意の検出されたスプーフィングまたはスプーフィング領域ならびにUEの測位ユニットに行われるべきあらゆる調整に関する情報をUEに与え得る。

【0085】

【0091】 また、そのようなクラウドソーシングシステム500により、上記で説明されたように、複数のUE510a～cから受信された情報に基づいてスプーフィング情報、たとえば、遷移ロケーションまたはスプーフィング領域のアグリゲーションが可能になり得る。後で、1つまたは複数のUE510a～cは、たとえば、WWAN530を使用してサーバ550からスプーフィングデータを取り出し得る。スプーフィングデータは、スプーフィング領域と対応する遷移ロケーションまたは領域の中心／重心とを含み得る。スプーフィング領域が検出された回数、何個の異なるUEがスプーフィング領域を検出したのか、どの信号がスプーフィングされているのか、信号がスプーフィングされた時刻などの他の関連する情報を提供し得る。さらに、UEは、検出された遷移ロケーション、（UEがスプーフィングを検出したのかどうかにかかわらず）UEが何回スプーフィング領域に入ったのか、スプーフィングが特定のスプーフィング領域中で検出されたのかどうか、スプーフィングが検出された（または検出されなかった）時刻などを報告することによってなど、そのようなスプーフィングデータをさらに更新し得る。そのような情報を使用して、サーバ550は、最新であり、UEがスプーフィング情報を報告するにつれて時間とともに変化するスプーフィングデータを記憶し得る。

【0086】

【0092】 さらに、サーバ550は、たとえば、UEのロケーションに基づいてスプーフィングデータを与えることによってUEから受信された要求に基づいてUEにそのような情報を与えることができるか、またはそれは、特定の間隔でもしくはUEが地理的領域内の移動するときにUEに情報を自動的にプッシュすることができる。たとえば、UEは

、サーバ 550 からスプーフィング領域を受信し得るか、または UE は、サーバから遷移ロケーションを受信し、受信された遷移ロケーションに基づいてスプーフィング領域を決定し得る。

【0087】

【0093】 再び図 3 を参照すると、スプーフィング検出ソフトウェア 310 はまた、リモートサーバ、たとえば、サーバ 550 にスプーフィング領域情報を要求するか、またはそれからそれを取り出し得る。たとえば、起動時に、UE 300 は、スプーフィング検出ソフトウェア 310 を実行し得、これは、次いで、サーバにジオポリゴンについてのリモートサーバへの要求を送信し得る。そのような要求は、UE のその当時の位置を含み得、これは、UE 300 のしきい値距離（たとえば、半径 25 マイル）内のジオポリゴンをリモートサーバが識別することを可能にし、UE 300 に関連するジオポリゴン情報を与え得る。

10

【0088】

【0094】 GNSS 情報中の矛盾を識別し、スプーフィング領域を決定することに加えて、スプーフィング検出ソフトウェア 310 は、検出された GNSS スプーフィングの効果を軽減し得る。たとえば、図 3 の UE 300 は、WWAN サブシステム 324 と、Wi-Fi サブシステム 326 と、慣性測位サブシステム 328 とを含む位置情報の複数の異なるソースを有する測位ユニットを採用する。スプーフィング検出ソフトウェア 310 は、GNSS 信号がスプーフィングされている可能性がある場合、スプーフィングを軽減するように測位ユニット 320 の構成を調整し得る。たとえば、スプーフィング検出ソフトウェア 310 は、他の利用可能な測位サブシステム 324、326、328 のうちの 1 つまたは複数からの測位情報を使用するように測位ユニットの構成を調整し得る。したがって、GNSS 信号がスプーフィングされているように見える間、UE 300 は異なる測位サブシステムに切り替えることができる。いくつかの例では、GNSS 受信機 322 は、異なる周波数上で GNSS 信号を受信するように調整され得る。たとえば、いくつかの GNSS システムは、複数の異なるチャンネル上で GNSS 情報を送信し得る。たとえば、GPS は、GPS 情報を与えるために L1 および L5 と呼ばれる 2 つの異なるチャンネルを使用する。これらのチャンネルのうちの 1 つがスプーフィングされている場合、スプーフィング検出ソフトウェア 310 は、他のチャンネル（またはスプーフィングがいつ終了するのかを検出するために両方のチャンネル）を使用して信号を受信するように GPS 受信機を再構成することができる。

20

30

【0089】

【0095】 スプーフィングされた GNSS 信号の軽減はまた、非アクティブな測位サブシステム 324 ~ 328 をアクティブ化することまたはそれらの測位サブシステム 324 ~ 328 からのサンプリングレートを増加させることを伴い得る。たとえば、電力消費量を低減するために、慣性センサ、たとえば、加速度計、ジャイロスコプなどが、非アクティブ化されるかまたは低いレートでサンプリングされ得る。しかしながら、GNSS スプーフィングが行われていると決定される場合、スプーフィング検出ソフトウェア 310 は、慣性センサをアクティブ化するかまたはサンプリングレートをたとえば、1 Hz から 1000 Hz まで増加するように測位ユニット 320 の構成を調整することができる。UE 300 は、次いで、GNSS スプーフィングが終了するまで他の測位サブシステム 324 ~ 328 からのデータに依拠し得、スプーフィング検出ソフトウェア 310 は、たとえば、慣性サブシステム 328 を非アクティブ化することまたはそのサンプリングレートを低減することによって測位ユニット 320 をその前の構成に復帰することができる。したがって、スプーフィング検出ソフトウェア 310 により、UE 300 がスプーフィング領域内に位置する場合でも、それが正確な位置情報を受信し続けることが可能になり得る。

40

【0090】

【0096】 次に図 6 を参照すると、図 6 は、一実施形態による、スプーフィングされた衛星信号を識別するスプーフィング領域の境界を決定するための例示的な方法のフローチ

50

ャートを示す。この例示的な方法 600 は、図 3 に示されている UE 300 および図 5 に示されているシステム 500 に関して説明されることになるが、本開示による任意の好適な UE、サーバ、デバイス、またはシステムが採用され得る。これは、たとえば、後述する図 8 の UE 800 および／または図 1 の測位システム 100 を含む。

#### 【0091】

[0097] ブロック 610 において、UE 300 は、第 1 の時間期間にわたってグローバルナビゲーション衛星システム (GNSS) 受信機において受信された GNSS 信号の第 1 のセットに基づいて、GNSS 衛星に対応する少なくとも 1 つの GNSS 信号が第 1 の遷移を経験したと決定し、ここにおいて、第 1 の遷移は、(i) 少なくとも 1 つ GNSS 信号がスプーフィングされていると決定されないスプーフィングされていない状態から少なくとも 1 つの GNSS 信号がスプーフィングされていると決定されるスプーフィングされた状態への遷移、または (ii) スプーフィングされた状態からスプーフィングされていない状態への遷移を備える。図 3 に関連して上記で説明されたように、GNSS 受信機 322 は、GNSS 信号を受信し、何らかの構成されたレートで (たとえば、1 Hz で) 周期的に GNSS 情報を出力する。したがって、ある時間期間にわたって、GNSS 情報の複数のサンプルが、GNSS 受信機 322 によって出力され、第 1 の遷移を決定するために使用され得る。前に説明した実施形態で述べたように、GNSS 衛星に対応する GNSS 信号が第 1 の遷移を経験したと決定することは、GNSS 衛星に対応する GNSS 信号の信号特徴の検出された変化 (detected change) に基づいて GNSS 信号の第 1 のセットに関連する矛盾を決定することを備え得る。いくつかの実施形態によれば、これらの信号特徴は、周波数、位相、もしくは信号強度、またはそれらの組合せを備え得る。追加または代替として、GNSS 衛星に対応する GNSS 信号が第 1 の遷移を経験したと決定することは、GNSS 衛星に対応する GNSS 信号から取得されたデータの検出された変化に基づいて GNSS 信号の第 1 のセットに関連する矛盾を決定することを備え得る。いくつかの実施形態によれば、データは、ロケーション (location)、速度 (velocity)、向首方向 (heading)、時間 (time)、日付 (date)、アルマナックデータ (almanac data)、もしくはエフェメリスデータ (ephemeris data)、またはそれらの組合せを備え得る。図 3 に関連して上記で説明されたように、UE 300 は、GNSS 情報に関連する 1 つまたは複数の矛盾を決定することと、GNSS 信号がスプーフィングされている可能性があることとを行うためにスプーフィング検出ソフトウェア 310 を実行することができる。たとえば、スプーフィング検出ソフトウェア 310 は、受信された GNSS 情報と 1 つまたは複数の識別された矛盾とに基づいてモデルを実行し得る。上記で説明されたように、そのような矛盾は、概して図 3 に関連して上記で説明されたように、ナビゲーションデータ、GNSS ステータスデータ、または時間情報に基づき得る。いくつかの例では、スプーフィング検出ソフトウェア 310 は、図 3 に関して上記で説明したような GNSS 情報に関連する矛盾を決定するために他の測位サブシステム、たとえば、測位サブシステム 324 ~ 328 からの情報を比較あるいは他の方法で分析し得る。スプーフィング検出ソフトウェア 310 は、次いで、GNSS 信号がスプーフィングされている可能性を出力し得る。可能性があらかじめ決定されたしきい値を上回る場合、スプーフィング検出ソフトウェア 310 は、GNSS がスプーフィングされている可能性があることと決定し得る。GNSS 受信機は、まだスプーフィングされた状態で動作していない (たとえば、スプーフィングされていない状態で動作している) 場合、次いで、スプーフィングされていない状態からスプーフィングされた状態に遷移し得る。そのような機能を実施するための好適な手段は、UE 300 とスプーフィング検出ソフトウェア 310 とを含む。

#### 【0092】

[0098] スプーフィングされた状態からスプーフィングされていない状態への遷移を決定することは、スプーフィングされていない状態からスプーフィングされた状態への遷移を決定することに関して上記で説明されたプロセスと同様であり得る。図 3 に関して上記で説明されたように、GNSS 受信機 322 は、スプーフィングが検出された後でも G

GNSS 情報を与え続け得る。したがって、スプーフィング検出ソフトウェア 310 は、GNSS 受信機 322 から GNSS 情報を受信し続け、スプーフィングが存在するのかまたは中止したのかを決定し続け得る。スプーフィングがもはや存在しないと決定されるとき、スプーフィング検出ソフトウェア 310 は、次いで、スプーフィング領域からの出口点を示す（たとえば、図 4 A および図 4 B に示される）遷移ロケーションを決定し得る。このロケーションは、非 GNSS ソース、スプーフィングされていない GNSS 信号からの GNSS 情報、および／またはスプーフィングが中止した後に取得された GNSS 情報に基づき得る。

#### 【0093】

【0099】 ブロック 620 において、UE 300 は、GNSS 受信機が第 1 の遷移中に位置したロケーションに対応する第 1 のロケーションを決定する。上記で説明されたように、スプーフィング検出ソフトウェア 310 は、スプーフィングされた状態からスプーフィングされていない状態への遷移またはその逆に基づいて遷移ロケーションを決定することができる。この遷移ロケーションは、受信された真の GNSS 信号および／または 1 つもしくは複数の非 GNSS ソース（たとえば、RAT ベースの測位、センサベースの測位など）からのロケーション推定値に基づいて決定され得る。

#### 【0094】

【0100】 前に説明されたように、スプーフィング領域を決定することは、スプーフィング領域の境界を決定するためにスプーフィングされていない状態からスプーフィングされた状態への遷移またはその逆を使用して多様な方法のいずれかで行うことができる。したがって、いくつかの実施形態によれば、方法 600 は、第 1 のロケーションに少なくとも部分的に基づいてスプーフィング領域を決定することをさらに備え得る。前述のように、スプーフィング領域は、1 次元のスプーフィング領域を決定することまたは 2 つの遷移点に基づいて円形のスプーフィング領域を生成することなどによって 2 つの遷移点に基づき得る。代替的に、スプーフィング検出ソフトウェア 310 は、前に検出された遷移ロケーションに十分に近接した距離内でのスプーフィングされた GNSS 信号の後続の検出に基づいて追加の遷移ロケーションが決定されるまで待ち得る。そのような例では、スプーフィング検出ソフトウェア 310 は、それが 3 つ（またはそれ以上）の決定された遷移ロケーションに基づいてジオポリゴンを構築することが可能になった後にスプーフィング領域を決定し得る。さらなる詳細は、以下で与えられる。ただし、いくつかの例では、UE 300 において局所的にスプーフィング領域を決定するのではなく、UE 300 は、サーバ 550 に遷移ロケーション情報を送信し得、これは、前に識別されたスプーフィング領域を識別するために情報を使用し、UE 300 にスプーフィング領域を表す情報を送信し得る。したがって、いくつかの例では、スプーフィング領域を決定することは、サーバ 550 からスプーフィング領域を受信することを含み得る。追加または代替として、以下でより詳細に説明するように、スプーフィング領域を決定することは、サーバ 550 から予備スプーフィング領域 (preliminary spoofing region) を受信することを含み得る。

#### 【0095】

【0101】 任意選択で、方法 600 は、サーバにスプーフィング領域を示すデータを送ることをさらに備え得る。第 1 の遷移がスプーフィングされていない状態からスプーフィングされた状態への遷移を備える例では、第 1 のロケーションを決定することは、第 1 の遷移より前に GNSS 信号の第 1 のセットに基づいて第 1 のロケーションを決定することを備え得る。第 1 の遷移がスプーフィングされた状態からスプーフィングされていない状態への遷移を備える実施形態では、第 1 のロケーションを決定することは、第 1 の遷移の後に決定された 1 つまたは複数のロケーションに基づき得る。いくつかの実施形態によれば、本方法は、第 2 の時間期間にわたって GNSS 受信機において受信された GNSS 信号の第 2 のセットに基づいて、GNSS 衛星に対応する少なくとも 1 つの GNSS 信号が第 2 の遷移 (second transition) を経験したと決定することをさらに備え得る。ここで、第 2 の遷移は、スプーフィングされた状態からスプーフィングされていない状態への遷移、またはスプーフィングされていない状態からスプーフィングされた状態への遷移を

備え、本方法はまた、GNSS受信機が第2の遷移中に位置したロケーションに対応する第2のロケーションを決定することをさらに備え得る。そのような実施形態では、方法600は、第1のロケーションと第2のロケーションとに少なくとも部分的に基づいてスプーフィング領域を決定することをさらに備え得る。

【0096】

【0102】 さらに、スプーフィング領域は、第1の遷移および第2の遷移に対応する第1のロケーションおよび第2のロケーションに応じて様々な方法で決定され得る。いくつかの実施形態によれば、たとえば、第1のロケーションと第2のロケーションとはスプーフィング領域の境界上に位置し得る。特に、それらは、円形のスプーフィング領域の反対側（または実質的に反対側）に位置し得、ここで、円形スプーフィング領域の直径は、第1のロケーションと第2のロケーションとの間の距離に基づく。いくつかの実施形態によれば、方法600はまた、第1のロケーションと第2のロケーションとに基づいてスプーフィング領域の中心または重心を推定すること、ここにおいて、スプーフィング領域を決定することは、中心または重心と、中心または重心から第1のロケーション、第2のロケーション、またはその両方までの距離とに基づいて実質的に円形の領域または実質的に球状の領域（substantially circular or substantially spherical region）を決定することを備える、を備え得る。

【0097】

【0103】 第1のロケーションと第2のロケーションと（または任意の他の数のロケーション）に基づいてスプーフィング領域を決定することは、サーバを使用することによって補完され得る。サーバは、たとえば、スプーフィング領域を決定するために局所情報とともにデバイスが使用することができるスプーフィング領域に関する情報（たとえば、境界ロケーション、中心／重心情報、形状情報など）を与えることができる。したがって、いくつかの実施形態によれば、方法600は、サーバに第1のロケーションと第2のロケーションとを送信すること、ここにおいて、スプーフィング領域を決定することは、サーバからスプーフィング領域を示すデータを受信することを備える、をさらに備え得る。いくつかの実施形態によれば、サーバからスプーフィング領域を示すデータを受信することは、サーバから複数のロケーション、予備スプーフィング領域の形状およびロケーション、（shape and location）またはその両方を示すデータを受信することを備え得、スプーフィング領域を決定することは、（i）複数のロケーション、予備スプーフィング領域の形状およびロケーション、またはその両方と（ii）第1のロケーションおよび第2のロケーションとに基づいてスプーフィング領域を備えるジオポリゴン決定することを備える。ここで、予備スプーフィング領域は、サーバによって取得され、デバイスにおいて局所情報を補完するために使用されるスプーフィング領域に関する情報を指し得る。たとえば、予備スプーフィング領域は、円形領域の中心および半径を識別する情報を使用してサーバによってデバイスに搬送される円形領域を備え得る。予備スプーフィング領域を受信するデバイスは、次いで、第1のロケーションと第2のロケーションとを使用して予備スプーフィング領域の境界を修正することによってスプーフィング領域を決定することができる。

【0098】

【0104】 前述のように、3つ以上の遷移ロケーションが、ジオポリゴンを備えるスプーフィング領域を決定するために使用され得る。たとえば、いくつかの実施形態によれば、本方法600は、第3の時間期間（third period of time）にわたってGNSS受信機において受信されたGNSS信号の第3のセット（third set）に基づいて、GNSS衛星に対応する少なくとも1つのGNSS信号が第3の遷移（third transition）を経験したと決定することをさらに備え得る。ここで、第3の遷移は、スプーフィングされた状態からスプーフィングされていない状態への遷移、またはスプーフィングされていない状態からスプーフィングされた状態への遷移を備える。本方法は、GNSS受信機が第3の遷移中に位置したロケーションに対応する第3のロケーション（third location）を決定することをさらに備え得、スプーフィング領域を決定することは、第1のロケーシ

ョンと、第2のロケーションと、第3のロケーションとに基づいてスプーフィングジオポリゴン (spoofing geopolygon) を決定することを備え得る。そのような機能を実施するための好適な手段は、UE 300とスプーフィング検出ソフトウェア310とを含む。

【0099】

【0105】 方法600の実施形態はまた、1つまたは複数の追加の動作を含み得る。

【0100】

【0106】 (たとえば、図5に関して) 述べたように、いくつかの実施形態は、物理的にまたは地理的にモバイルデバイスから離れていることがあり得るサーバにスプーフィング領域を示すデータを送信することを備え得る。たとえば、方法600のいくつかの実施形態は、リモートサーバに第1のロケーションと第2のロケーションとを送信することをさらに備え得、ここにおいて、スプーフィング領域を決定することは、リモートサーバからスプーフィング領域を受信することを備え、ここにおいて、スプーフィング領域は、第1のロケーションと第2のロケーションとに基づく。いくつかの実施形態によれば、リモートサーバからスプーフィング領域を受信することは、リモートサーバから複数のロケーションを受信することと、複数のロケーションと第1のロケーションおよび第2のロケーションとに基づいてジオポリゴンを決定することとを備え得、ここにおいて、スプーフィング領域を決定することは、ジオポリゴンに基づく。

10

【0101】

【0107】 いくつかの実施形態によれば、矛盾を決定することは、GNSS信号の第1のセット内のGNSS信号の信号特徴の検出された変化に基づき得る。信号特徴は、たとえば、周波数、位相、もしくは信号強度、またはそれらの組合せを含むことができる。したがって、信号特徴の変化は、周波数、位相、信号強度、またはそれらの組合せの変化を含み得る。追加または代替として、いくつかの実施形態によれば、矛盾を決定することは、GNSS信号の第1のセット内のGNSS信号から取得されたデータの検出された変化に基づき得る。ここで、いくつかの実施形態によれば、データは、ロケーション、速度、向首方向、時間、日付、アルマナックデータ、もしくはエフェメリスデータ、またはそれらの組合せを備え得る。

20

【0102】

【0108】 次に図7を参照すると、図7は、スプーフィングされた衛星信号を補償するための方法700のフローチャートを示す。この例示的な方法700は、図3に示されているUE 300および図5に示されているシステム500に関して説明されることになるが、本開示による任意の好適なUE、デバイス、サーバ、またはシステムが採用され得る。この場合も、これは、たとえば、後述する図8のUE 800および／または図1の測位システム100を含み得る。

30

【0103】

【0109】 ブロック710において、UE 300は、スプーフィング領域を示すジオポリゴンを取得し、スプーフィング領域は、グローバルナビゲーション衛星システム (GNSS) 衛星に対応する少なくとも1つのGNSS信号がスプーフィングされていると決定されている領域を備える。この例では、UE 300は、スプーフィング検出ソフトウェア310を実行し得、これは、スプーフィング領域を示す1つまたは複数のジオポリゴン (および／または他の形状) の識別情報を取得するためにデータストア312にアクセスする。ただし、いくつかの例では、UE 300は、1つまたは複数のスプーフィング領域の識別情報を求める要求をサーバ550に送信し得る。応答して、サーバ550は、UE 300の近傍内の (たとえば、UEのしきい値距離内の、UEが位置するより大きい領域内のなど) 1つまたは複数のスプーフィング領域を示す情報を与え得る。UE 300は、次いで、受信し、受信された情報を記憶し得る。異なるスプーフィング領域は重複し得る。追加または代替として、各スプーフィング領域は、スプーフィングされることが決定される特定のGNSS帯域、帯域のグループ、コンスタレーション、および／またはコンスタレーションの組合せに対応し得る。そのような機能を実施するための好適な手段は、UE

40

50

300とスプーフィング検出ソフトウェア312とを含み得る。

【0104】

【0110】 ブロック720において、UE300は、ロケーションとスプーフィング領域の識別情報とに基づいてスプーフィング領域へのしきい値近接度中へのまたはその内への移動を決定する。この例では、スプーフィング検出ソフトウェア310は、UEの測位ユニット320から位置情報を受信する。位置情報は、GNSS受信機322から受信され得るか、またはそれは、測位ユニット320の任意の他のサブシステム324～328から受信され得るか、またはそれは、UE300のロケーションを決定することとUE300がスプーフィング領域へのしきい値近接度中にまたはその内に移動したと決定することとを行うために複数のサブシステム322～328からの測位情報の組合せ（たとえば、その融合）を使用し得る。いくつかの実施形態によれば、スプーフィング領域へのしきい値近接度中へのまたはその内への移動を決定することは、UE300の移動を予期することを備え得る。そのような移動は、たとえば、ナビゲーションアプリケーション（たとえば、ここにおいて、ナビゲーションアプリケーションがスプーフィング領域を通して進路をプロットする）と履歴データ（たとえば、ここで、UE300がスプーフィング領域を通して移動の履歴パターンを識別する）とを使用して予期され得る。そのような機能を実施するための好適な手段は、UE300とスプーフィング検出ソフトウェア312とを含み得る。

10

【0105】

【0111】 ブロック730において、UE300は、スプーフィング領域へのしきい値近接度中へのまたはその内へのデバイスの移動を決定することに応答して、第1の構成から第2の構成にデバイスの測位ユニットを調整し、ここにおいて、第2の構成にある間に、測位ユニットは、デバイスの位置推定値を決定するときに少なくとも1つのGNSS信号を無視するように構成される。図3に関して上記で説明されたように、スプーフィング検出ソフトウェア310は、少なくとも1つGNSS信号がスプーフィングされている間に（少なくとも1つのスプーフィングされたGNSS信号を除外する）GNSSベースの測位、WWAN測位、Wi-Fi測位、もしくは慣性測位、またはこれらのいずれかの組合を使用することなどによって1つまたは複数のサブシステム324～328から位置情報を取得するために測位ユニット320の構成を修正し得る。いくつかの例では、スプーフィング検出ソフトウェア310は、スプーフィングされていないことがある異なる帯域および／またはコンスタレーション上でGNSS信号を受信するなどのようにGNSS受信機322の構成を調整し得る。そのような機能を実施するための好適な手段は、UE300とスプーフィング検出ソフトウェア312とを含み得る。

20

30

【0106】

【0112】 ブロック740において、UE300は、測位ユニットが第2の構成にある間に測位ユニットによって受信された少なくとも1つのGNSS信号を除くGNSS信号の第1のセットに基づいてデバイスの位置推定値を決定するために測位ユニット320を使用する。上記で説明されたように、他の測位サブシステムが採用され、および／またはGNSS受信機322の構成が少なくとも1つのGNSS信号を無視するように調整される第2の構成に測位ユニット320が調整されると、測位ユニット320が、UE300のロケーションを決定するために使用され得る。そのような機能を実施するための好適な手段は、UE300とスプーフィング検出ソフトウェア312とを含み得る。後で、スプーフィングが中止すると、スプーフィング検出ソフトウェア320は、その最初の構成に測位ユニット320を戻し、スプーフィングが検出される前にそうであったようにGNSS受信機からGNSS情報を受信するのを再開し得る。

40

【0107】

【0113】 前述のように、実施形態は、1つまたは複数の追加の特徴を含み得る。たとえば、いくつかの実施形態によれば、測位ユニットは、GNSS受信機とワイヤレス通信受信機とを備え得る。そのような実施形態では、第2の構成にある間に、測位ユニットは、ワイヤレス通信受信機（wireless communication receiver）を用いて1つまた

50

は複数の地上波送信機 (terrestrial transmitter) から1つまたは複数の測位信号 (positioning signal) を受信するようにさらに構成され得、デバイスの位置推定値を決定することは、1つまたは複数の測位信号にさらに基づく。追加または代替として、測位ユニットは、GNSS受信機と慣性センサとを備え得、ここにおいて、測位ユニットを調整することは、慣性センサから信号を受信することを備え得る。そのような実施形態では、第2の構成にある間に、測位ユニットは、慣性センサから移動データ (movement data) を受信するようにさらに構成され得、デバイスの位置推定値を決定することは、移動データにさらに基づく。いくつかの実施形態によれば、測位ユニットは、GNSS受信機を備え得、測位ユニットを調整することは、GNSS受信機の構成を調整することを備え得る。図4Aおよび図4Bに関してさらに述べたように、たとえば、実施形態は、スプリーング領域から出るときの遷移ロケーションを決定し得る。したがって、方法700のいくつかの実施形態は、スプリーング領域へのしきい値近接度の外へのまたはそれを越えたデバイスの移動を決定することと、第1の構成に測位ユニットを調整することと、第1の構成に測位ユニットを調整した後に、測位ユニットを用いて、測位ユニットが第1の構成にある間に測位ユニットによって受信されたGNSS信号の第2のセットに基づいてデバイスの第2の位置推定値 (second position estimate) を決定することとをさらに備え得る。デバイスのロケーションは、決定されると、デバイスによって実行されるオペレーティングシステムまたはアプリケーション、(たとえば、直接ワイヤレス通信または間接通信リンクを介した) 別個のデバイスまたはサーバ、デバイスのユーザインターフェースなどのデバイス上のおよび／またはそれから離れた異なるソフトウェアおよび／またはハードウェア構成要素に与えられ得る。

10

20

【0108】

【0114】 図8は、本明細書でおよび図1～図7に関連して説明される実施形態において説明されたように利用され得るUE800の実施形態のブロック図である。たとえば、UE800は、図6～図7の方法600～700の機能のうちの1つまたは複数を実施することができる。図8は、UE800の様々な構成要素の一般化された例を与えるように意図されているにすぎず、その一部または全部は、適宜に利用され得ることに留意されたい。言い換えれば、UEは、機能の点で大きく変化することができるので、図8に示されている構成要素の一部分しか含まないことがある。いくつかの例では、図8によって示される構成要素は、単一の物理的なデバイスに局所化され、および／または異なる物理的なロケーションに配設され得る様々なネットワーク化されたデバイスの間に分散され得ることが留意され得る。

30

【0109】

【0115】 バス805を介して電氣的に結合され得る(または、適宜に別の方法で通信していることがある) ハードウェア要素を備えるUE800が示されている。ハードウェア要素は、限定はしないが、本明細書で説明される方法のうちの1つまたは複数を実施するように構成され得る1つもしくは複数の汎用プロセッサ、(デジタル信号処理(DSP)チップ、グラフィックスアクセラレーションプロセッサ、特定用途向け集積回路(ASIC)などの) 1つもしくは複数の専用プロセッサ、および／または他の処理構造、ユニットもしくは手段を備え得る1つまたは複数のプロセッサ810を含み得る。図8に示されているように、いくつかの実施形態は、所望の機能に応じて別個のDSP820を有し得る。UE800はまた、限定はしないが、1つまたは複数のタッチスクリーン、タッチパッド、マイクロフォン、ボタン、ダイヤル、スイッチなどを備え得る1つまたは複数の入力デバイス870と、限定はしないが、1つまたは複数のディスプレイ、発光ダイオード(LED)、スピーカなどを備え得る1つまたは複数の出力デバイス815とを備え得る。

40

【0110】

【0116】 UE800はまた、UE800が図1に関して本明細書で説明されたネットワークを介して通信することを可能にし得る、限定はしないが、モデム、ネットワークカード、赤外線通信デバイス、ワイヤレス通信デバイス、および／または(Bluetoo

50

thデバイス、IEEE 802.11デバイス、IEEE 802.15.4デバイス、Wi-Fiデバイス、WiMAX（登録商標）デバイス、セルラー通信設備などの）チップセットなどを備え得るワイヤレス通信インターフェース830を含む可能性がある。ワイヤレス通信インターフェース830は、ネットワーク、基地局（たとえば、eNB、ng-eNB、および／もしくはgNB）、ならびに／または他のネットワーク構成要素、コンピュータシステム、送信／受信ポイント（TRP）、ならびに／または本明細書で説明される任意の他の電子デバイスとデータが通信されることを可能にし得る。通信は、ワイヤレス信号834を送るおよび／または受信する1つまたは複数のワイヤレス通信アンテナ832を介して行われ得る。いくつかの実施形態によれば、ワイヤレス通信アンテナ832は、複数の離散アンテナ、アンテナアレイ、またはそれらの任意の組合せを備え得る。アンテナ832は、ビーム（たとえば、TxビームおよびRxビーム）を使用してワイヤレス信号を送信および受信することが可能であり得る。ビーム形成は、それぞれのデジタルおよび／またはアナログ回路を用いるデジタルおよび／またはアナログビーム形成技法を使用して実施され得る。ワイヤレス通信インターフェース830は、そのような回路を含み得る。

10

#### 【0111】

【0117】 所望の機能に応じて、ワイヤレス通信インターフェース830は、基地局（たとえば、ng-eNBおよびgNB）ならびにワイヤレスデバイスおよびアクセスポイントなどの他の地上トランシーバと通信するために別個の受信機および送信機またはトランシーバ、送信機、および／もしくは受信機の任意の組合せを備え得る。UE 800は、様々なネットワークタイプを備え得る異なるデータネットワークと通信し得る。たとえば、ワイヤレスワイドエリアネットワーク（WWAN）は、符号分割多元接続（CDMA）ネットワーク、時分割多元接続（TDMA）ネットワーク、周波数分割多元接続（FDMA）ネットワーク、直交周波数分割多元接続（OFDMA）ネットワーク、シングルキャリア周波数分割多元接続（SC-FDMA）ネットワーク、WiMAX（IEEE 802.16）などであり得る。CDMAネットワークは、cdma2000、広帯域CDMA（WCDMA（登録商標））などの1つまたは複数の無線アクセス技術（RAT）を実装し得る。cdma2000は、IS-95、IS-2000、および／またはIS-856規格を含む。TDMAネットワークは、モバイル通信用グローバルシステム（GSM）、デジタル先進移動電話システム（D-AMPS）、または何らかの他のRATを実装し得る。OFDMAネットワークは、LTE、LTEアドバンスド、新無線（NR）などを採用し得る。5G、LTE、LTEアドバンスド、NR、GSM、およびWCDMAは、3GPPからの文書に記載されている。cdma2000は、第3世代パートナーシッププロジェクト2（3GPP2）と称する団体からの文書に記載されている。3GPP文書と3GPP2文書とは、公開されている。ワイヤレスローカルエリアネットワーク（WLAN）はまた、IEEE 802.11xネットワークであり得、ワイヤレスパーソナルエリアネットワーク（WPAN）は、Bluetoothネットワーク、IEEE 802.15x、または何らかの他のタイプのネットワークであり得る。また、本明細書で説明される技法は、WWAN、WLANおよび／またはWPANの任意の組合せのために使用され得る。

20

30

40

#### 【0112】

【0118】 UE 800は、センサ840をさらに含むことができる。そのようなセンサは、本明細書で説明される機能を補完および／または容易にするためにその幾つかが使用され得る、限定はしないが、1つまたは複数の慣性センサ（たとえば、レーダー842、LIDAR 844、ソナー846、加速度計、ジャイロスコープ、および／または他の慣性測定ユニット（IMU））、カメラ848、磁力計、コンパス、高度計、マイクロフォン、近接センサ、光センサ、気圧計などを備え得る。

#### 【0113】

【0119】 UE 800の実施形態はまた、（いくつかの実装形態ではアンテナ832と組み合わされ得る）グローバルナビゲーション衛星システム（GNSS）アンテナ882

50

を使用して1つまたは複数のGNSS衛星から信号884を受信することが可能なGNSS受信機880を含み得る。そのような測位は、本明細書で説明される技法を補完するおおよび／または組み込むために利用され得る。GNSS受信機880は、全地球測位システム(GPS)、Galileo、GLONASS、Compass、日本上の準天頂衛星システム(QZSS)、インド上のインド地域航法衛星システム(IRNSS)、中国上のBeidouなどのGNSSシステムのGNSS衛星から従来の技法を使用してUE800の位置を抽出することができる。さらに、GNSS受信機880は、1つまたは複数のグローバルおよび／または地域ナビゲーション衛星システムに関連付けられるか、あるいは別の方法でそれとともに使用することが可能であり得る様々なオーグメンテーションシステム(たとえば、衛星ベースオーグメンテーションシステム(SBAS))を使用することができる。限定ではなく例として、SBASは、たとえば、広域補強システム(WAAS)、欧州静止ナビゲーションオーバーレイサービス(EGNOS)、多機能衛星オーグメンテーションシステム(MSAS)、GPS支援ジオオーグメンテッドナビゲーションまたはGPSおよびジオオーグメンテッドナビゲーションシステム(GAGAN)などの完全性情報、差分補正などを与えるオーグメンテーションシステムを含み得る。したがって、本明細書で使用するGNSSは、1つまたは複数のグローバルおよび／または地域航法衛星システムおよび／またはオーグメンテーションシステムの任意の組合せを含み得、GNSS信号は、そのような1つまたは複数のGNSSに関連するGNSS信号、GNSS様信号、および／または他の信号を含み得る。

10

20

30

40

50

【0114】

【0120】 GNSS受信機880は別個の構成要素として図8に示されているが、実施形態はそうのように限定されないことが留意され得る。本明細書で使用する「GNSS受信機」という用語は、GNSS測定値(GNSS衛星からの測定値)を取得するように構成されたハードウェアおよび／またはソフトウェア構成要素を備え得る。したがって、いくつかの実施形態では、GNSS受信機は、プロセッサ810、DSP820、および／または(たとえば、モデム中の)ワイヤレス通信インターフェース830内のプロセッサなどの1つまたは複数のプロセッサによって(ソフトウェアとして)実行される測定エンジンを備え得る。GNSS受信機はまた、任意選択で、拡張カルマンフィルタ(EKF)、加重最小2乗法(WLS)、ハッチフィルタ、粒子フィルタなどを使用してGNSS受信機の位置を決定するために測定エンジンからのGNSS測定値を使用することができる測位エンジンを含むことができる。測位エンジンはまた、プロセッサ810またはDSP820などの1つまたは複数のプロセッサによって実行され得る。

【0115】

【0121】 UE800は、さらに、メモリ860を含み、および／またはそれと通信していることがある。メモリ860は、限定はしないが、プログラム可能、フラッシュ更新可能などでありえるローカルおよび／もしくはネットワークアクセス可能な記憶装置、ディスクドライブ、ドライブアレイ、光ストレージデバイス、ランダムアクセスメモリ(RAM)などの固体ストレージデバイス、ならびに／または読取り専用メモリ(ROM)などを備え得る。そのようなストレージデバイスは、限定はしないが、様々なファイルシステム、データベース構造などを含む任意の適切なデータストアを実装するように構成され得る。

【0116】

【0122】 UE800のメモリ860はまた、本明細書で説明されるように、他の実施形態によって与えられた、様々な実施形態によって与えられたコンピュータプログラムを備え得、ならびに／または方法を実装するおおよび／もしくはシステムを構成するように設計され得るオペレーティングシステム、デバイスドライバ、実行可能ライブラリ、および／または1つもしくは複数のアプリケーションプログラムなどの他のコードを含むソフトウェア要素(図示せず)を備えることができる。単に例として、上記で説明された機能に関して説明された1つまたは複数のプロシージャは、(たとえば、プロセッサ810を使用して)UE800によって実行可能なコードおよび／または命令として実装される可能

性がある。一態様では、次いで、そのようなコードおよび／または命令は、説明した方法に従って1つまたは複数の動作を実施するように汎用コンピュータ（または他のデバイス）を構成するおよび／または適応させるために使用され得る。

【0117】

【0123】 特定の要件に従って実質的な変形が行われ得ることは、当業者には明らかであろう。たとえば、カスタマイズされたハードウェアが使用される可能性もあり、および／または、特定の要素がハードウェア、（アプレットなどのポータブルソフトウェアを含む）ソフトウェア、またはその両方で実装される可能性がある。さらに、ネットワーク入出力デバイスなどの他のコンピューティングデバイスへの接続が採用され得る。

【0118】

【0124】 添付の図面を参照すると、メモリを含むことができる構成要素は、非一時的機械可読媒体を含むことができる。本明細書で使用する「機械可読媒体」および「コンピュータ可読媒体」という用語は、機械を特定の様式で動作させるデータを与えることに関与する任意の記憶媒体を指す。上記で与えられた実施形態では、様々な機械可読媒体が、実行のためにプロセッサおよび／または他のデバイスに命令／コードを与えることに関与する可能性がある。追加または代替として、機械可読媒体は、そのような命令／コードを記憶および／または搬送するために使用される可能性がある。多くの実装形態では、コンピュータ可読媒体は、物理および／または有形記憶媒体である。限定はしないが、不揮発性媒体、揮発性媒体、および送信媒体を含むそのような媒体は、多くの形態を取り得る。コンピュータ可読媒体の共通の形態は、たとえば、磁気および／または光媒体、穴のパターンをもつ任意の他の物理媒体、RAM、PROM、EPROM、FLASH（登録商標）－EPROM、任意の他のメモリチップもしくはカートリッジ、以下で説明される搬送波、またはコンピュータが命令および／もしくはコードを読み取ることができる任意の他の媒体を含む。

【0119】

【0125】 本明細書で説明される方法、システム、およびデバイスは例である。様々な実施形態は、適宜に様々な手順または構成要素を省略し、置換し、または追加し得る。たとえば、いくつかの実施形態に関して説明される特徴は、様々な他の実施形態において組み合わされ得る。実施形態の異なる態様および要素が、同様にして組み合わされ得る。本明細書で提供される図の様々な構成要素は、ハードウェアおよび／またはソフトウェアで具現化され得る。また、技術は発展し、したがって、要素の多くは例であり、それらの例は本開示の範囲をそれらの特定の例に限定しない。

【0120】

【0126】 主に一般的な用法という理由で、そのような信号をビット、情報、値、要素、記号、文字、変数、項、数、数字などと呼ぶことが時々便利であることがわかっている。ただし、これらまたは同様の用語のすべては、適切な物理量に関連付けられるべきであり、便宜的なラベルにすぎないことを理解されたい。別段に明記されていない限り、上記の説明から明らかなように、本明細書全体にわたって、「処理すること」、「算出すること」、「計算すること」、「決定すること」、「確認すること」、「識別すること」、「関連付けること」、「測定すること」、「実施すること」などの用語を利用する説明は、専用コンピュータまたは同様の専用電子コンピューティングデバイスなど、特定の装置のアクションまたはプロセスを指すことを諒解されたい。したがって、本明細書のコンテキストでは、専用コンピュータまたは同様の専用電子コンピューティングデバイスは、専用コンピュータまたは同様の専用電子コンピューティングデバイスのメモリ、レジスタ、または他の情報ストレージデバイス、送信デバイス、あるいはディスプレイデバイス内の電子的、電氣的、または磁氣的な物理量として一般に表される信号を操作または変換することが可能である。

【0121】

【0127】 本明細書で使用される「および」および「または」という用語は、そのような用語が使用されるコンテキストに少なくとも部分的に依存することも予想される様々な

10

20

30

40

50

意味を含み得る。一般に、「または」が A、B、または C などのリストを関連付けるために使用される場合、ここで包含的な意味で使用される A、B、および C を意味し、ならびにここで排他的な意味で使用される A、B、または C を意味するものとする。さらに、本明細書で使用される「1 つまたは複数」という用語は、単数形の任意の特徴、構造、または特性について説明するために使用され得るか、あるいは特徴、構造、または特性の何らかの組合せについて説明するために使用され得る。ただし、これは例示的な例にすぎないこと、および請求される主題がこの例に限定されないことに留意されたい。さらに、「のうちの少なくとも 1 つ」という用語は、A、B、または C などのリストを関連付けるために使用される場合、A、A B、A A、A A B、A A B B C C C など、A、B、および／または C の任意の組合せを意味すると解釈され得る。

10

【0122】

【0128】 いくつかの実施形態について説明したが、本開示の趣旨から逸脱することなく、様々な変更形態、代替構成、および等価物が使用され得る。たとえば、上記の要素は、より大きいシステムの構成要素にすぎないことがあり、他のルールが、様々な実施形態の適用例よりも優先するかまたはさなければ様々な実施形態の適用例を変更し得る。また、上記の要素が考慮される前に、考慮されている間に、または考慮された後に、いくつかのステップが行われ得る。したがって、上記の説明は本開示の範囲を限定しない。

【0123】

【0129】 この説明を考慮して、実施形態は、特徴の異なる組合せを含み得る。実装例が、以下の番号を付けられた条項において説明される。

20

【0124】

条項 1. スプーフィングされた衛星信号を識別するためのスプーフィング領域の境界を決定するための方法であって、第 1 の時間期間にわたってグローバルナビゲーション衛星システム (GNSS) 受信機において受信された GNSS 信号の第 1 のセットに基づいて、GNSS 衛星に対応する少なくとも 1 つの GNSS 信号が第 1 の遷移を経験したと決定することと、ここにおいて、第 1 の遷移は、少なくとも 1 つ GNSS 信号がスプーフィングされていると決定されないスプーフィングされていない状態から少なくとも 1 つの GNSS 信号がスプーフィングされていると決定されるスプーフィングされた状態への遷移、またはスプーフィングされた状態からスプーフィングされていない状態への遷移を備える、GNSS 受信機が第 1 の遷移中に位置したロケーションに対応する第 1 のロケーションを決定することとを備える方法。

30

条項 2. 第 1 のロケーションに少なくとも部分的に基づいてスプーフィング領域を決定することをさらに備える、条項 1 に記載の方法。

条項 3. サーバにスプーフィング領域を示すデータを送ることをさらに備える、条項 1 ~ 2 のいずれかに記載の方法。

条項 4. 第 1 の遷移は、スプーフィングされていない状態からスプーフィングされた状態への遷移を備え、第 1 のロケーションを決定することは、第 1 の遷移より前に GNSS 信号の第 1 のセットに基づいて第 1 のロケーションを決定することを備える、条項 1 ~ 3 のいずれかに記載の方法。

条項 5. 第 1 の遷移は、スプーフィングされた状態からスプーフィングされていない状態への遷移を備え、第 1 のロケーションを決定することは、第 1 の遷移の後に決定された 1 つまたは複数のロケーションに基づく、条項 1 ~ 3 のいずれかに記載の方法。

40

条項 6. 第 1 のロケーションは、1 つまたは複数の非 GNSS 測位ソース (non-GNSS positioning source) に少なくとも部分的に基づく、条項 1 ~ 5 のいずれかに記載の方法。

条項 7. 第 2 の時間期間にわたって GNSS 受信機において受信された GNSS 信号の第 2 のセットに基づいて、GNSS 衛星に対応する少なくとも 1 つの GNSS 信号が第 2 の遷移を経験したと決定することと、ここにおいて、第 2 の遷移は、スプーフィングされた状態からスプーフィングされていない状態への遷移、またはスプーフィングされていない状態からスプーフィングされた状態への遷移を備える、GNSS 受信機が第 2 の遷移中

50

に位置したロケーションに対応する第2のロケーションを決定することと、第1のロケーションと第2のロケーションとに少なくとも部分的に基づいてスプーフィング領域を決定することとをさらに備える、条項1および3～6のいずれかに記載の方法。

条項8． 第1のロケーションと第2のロケーションとはスプーフィング領域の境界上に位置する、条項7に記載の方法。

条項9． 第3の時間期間にわたってGNSS受信機において受信されたGNSS信号の第3のセットに基づいて、GNSS衛星に対応する少なくとも1つのGNSS信号が第3の遷移を経験したと決定することと、ここにおいて、第3の遷移は、スプーフィングされた状態からスプーフィングされていない状態への遷移、またはスプーフィングされていない状態からスプーフィングされた状態への遷移を備える、GNSS受信機が第3の遷移中に位置したロケーションに対応する第3のロケーションを決定することと、ここにおいて、スプーフィング領域を決定することは、第1のロケーションと、第2のロケーションと、第3のロケーションとに基づいてスプーフィングジオポリゴンを決定することを備える、をさらに備える、条項7に記載の方法。

10

条項10． 第1のロケーションと第2のロケーションとに基づいてスプーフィング領域の中心または重心を推定すること、ここにおいて、スプーフィング領域を決定することは、中心または重心と、中心または重心から第1のロケーション、第2のロケーション、またはその両方までの距離とに基づいて実質的に円形の領域または実質的に球状の領域を決定することを備える、をさらに備える、条項7に記載の方法。

条項11． サーバに第1のロケーションと第2のロケーションとを送信すること、ここにおいて、スプーフィング領域を決定することは、サーバからスプーフィング領域を示すデータを受信することを備える、をさらに備える、条項7に記載の方法。

20

条項12． サーバからスプーフィング領域を示すデータを受信することは、サーバから複数のロケーション、予備スプーフィング領域の形状およびロケーション、またはその両方を示すデータを受信することを備え、スプーフィング領域を決定することは、(i)複数のロケーション、予備スプーフィング領域の形状およびロケーション、またはその両方と(ii)第1のロケーションおよび第2のロケーションとに基づいてスプーフィング領域を備えるジオポリゴンを決定することを備える、条項11に記載の方法。

条項13． GNSS衛星に対応するGNSS信号が第1の遷移を経験したと決定することは、GNSS衛星に対応するGNSS信号の信号特徴の検出された変化に基づいてGNSS信号の第1のセットに関連する矛盾を決定することを備える、条項1～12のいずれかに記載の方法。

30

条項14． 信号特徴は、周波数、位相、もしくは信号強度、またはそれらの組合せを備える、条項13に記載の方法。

条項15． GNSS衛星に対応するGNSS信号が第1の遷移を経験したと決定することは、GNSS衛星に対応するGNSS信号から取得されたデータの検出された変化に基づいてGNSS信号の第1のセットに関連する矛盾を決定することを備える、条項1～14のいずれかに記載の方法。

条項16． データは、ロケーション、速度、向首方向、時間、日付、アルマナックデータ、もしくはエフェメリスデータ、またはそれらの組合せを備える、条項15に記載の方法。

40

条項17． スプーフィングされた衛星信号を補償するための方法であって、デバイスによって、スプーフィング領域を示すジオポリゴンを取得することと、スプーフィング領域は、グローバルナビゲーション衛星システム(GNSS)衛星に対応する少なくとも1つのGNSS信号がスプーフィングされていると決定されている領域を備える、デバイスの決定されたロケーションとスプーフィング領域を示すジオポリゴンとに基づいてスプーフィング領域へのしきい値近接度中へのまたはその内へのデバイスの移動を決定することと、スプーフィング領域へのしきい値近接度中へのまたはその内へのデバイスの移動を決定することに応答して、第1の構成から第2の構成にデバイスの測位ユニットを調整することと、ここにおいて、第2の構成にある間に、測位ユニットは、デバイスの位置推定

50

値を決定するときに少なくとも1つのGNSS信号を無視するように構成される、測位ユニットを用いて、測位ユニットが第2の構成にある間に測位ユニットによって受信された少なくとも1つのGNSS信号を除くGNSS信号の第1のセットに基づいてデバイスの位置推定値を決定することとを備える方法。

条項18. 測位ユニットは、GNSS受信機とワイヤレス通信受信機とを備える、ここにおいて、第2の構成にある間に、測位ユニットは、ワイヤレス通信受信機を用いて1つまたは複数の地上波送信機から1つまたは複数の測位信号を受信するようにさらに構成され、デバイスの位置推定値を決定することは、1つまたは複数の測位信号にさらに基づく、条項17に記載の方法。

条項19. 測位ユニットは、GNSS受信機と慣性センサとを備える、ここにおいて、第2の構成にある間に、測位ユニットは、慣性センサから移動データを受信するようにさらに構成され、デバイスの位置推定値を決定することは、移動データにさらに基づく、条項18に記載の方法。

条項20. 測位ユニットは、GNSS受信機を備える、ここにおいて、測位ユニットを調整することは、GNSS受信機の構成を調整することとを備える、条項19に記載の方法。

条項21. スプーフィング領域へのしきい値近接度の外へのまたはそれを越えたデバイスの移動を決定することと、第1の構成に測位ユニットを調整することと、第1の構成に測位ユニットを調整した後に、測位ユニットを用いて、測位ユニットが第1の構成にある間に測位ユニットによって受信されたGNSS信号の第2のセットに基づいてデバイスの第2の位置推定値を決定することとをさらに備える、条項17～20のいずれかに記載の方法。

条項22. スプーフィングされた衛星信号を識別するためのスプーフィング領域の境界を決定するためのデバイスであって、トランシーバと、メモリと、トランシーバとメモリとに通信可能に結合された1つまたは複数のプロセッサとを備える、ここにおいて、1つまたは複数のプロセッサは、第1の時間期間にわたってグローバルナビゲーション衛星システム(GNSS)受信機において受信されたGNSS信号の第1のセットに基づいて、GNSS衛星に対応する少なくとも1つのGNSS信号が第1の遷移を経験したと決定すること、ここにおいて、第1の遷移は、少なくとも1つGNSS信号がスプーフィングされていると決定されないスプーフィングされていない状態から少なくとも1つのGNSS信号がスプーフィングされていると決定されるスプーフィングされた状態への遷移、またはスプーフィングされた状態からスプーフィングされていない状態への遷移を備える、GNSS受信機が第1の遷移中に位置したロケーションに対応する第1のロケーションを決定することとを行うように構成される、デバイス。

条項23. 1つまたは複数のプロセッサは、第1のロケーションに少なくとも部分的に基づいてスプーフィング領域を決定するようにさらに構成された、条項22に記載のデバイス。

条項24. 1つまたは複数のプロセッサは、サーバにスプーフィング領域を示すデータを送るようにさらに構成された、条項22～23のいずれかに記載のデバイス。

条項25. 第1の遷移は、スプーフィングされていない状態からスプーフィングされた状態への遷移を備え、第1のロケーションを決定することは、第1の遷移より前にGNSS信号の第1のセットに基づいて第1のロケーションを決定することとを備える、条項22～24のいずれかに記載のデバイス。

条項26. 第1の遷移は、スプーフィングされた状態からスプーフィングされていない状態への遷移を備え、第1のロケーションを決定することは、第1の遷移の後に決定された1つまたは複数のロケーションに基づく、条項22～24のいずれかに記載のデバイス。

条項27. 第1のロケーションは、1つまたは複数の非GNSS測位ソースに少なくとも部分的に基づく、条項22～26のいずれかに記載のデバイス。

条項28. 1つまたは複数のプロセッサは、第2の時間期間にわたってGNSS受信機

10

20

30

40

50

において受信されたGNSS信号の第2のセットに基づいて、GNSS衛星に対応する少なくとも1つのGNSS信号が第2の遷移を経験したと決定することと、ここにおいて、第2の遷移は、スプーフィングされた状態からスプーフィングされていない状態への遷移、またはスプーフィングされていない状態からスプーフィングされた状態への遷移を備える、GNSS受信機が第2の遷移中に位置したロケーションに対応する第2のロケーションを決定することと、第1のロケーションと第2のロケーションとに少なくとも部分的に基づいてスプーフィング領域を決定することとを行うようにさらに構成された、条項22および24～27のいずれかに記載のデバイス。

条項29. 第1のロケーションと第2のロケーションとはスプーフィング領域の境界上に位置する、条項28に記載のデバイス。

10

条項30. 1つまたは複数のプロセッサは、第3の時間期間にわたってGNSS受信機において受信されたGNSS信号の第3のセットに基づいて、GNSS衛星に対応する少なくとも1つのGNSS信号が第3の遷移を経験したと決定することと、ここにおいて、第3の遷移は、スプーフィングされた状態からスプーフィングされていない状態への遷移、またはスプーフィングされていない状態からスプーフィングされた状態への遷移を備える、GNSS受信機が第3の遷移中に位置したロケーションに対応する第3のロケーションを決定することと、ここにおいて、1つまたは複数のプロセッサは、スプーフィング領域を決定するとき、第1のロケーションと、第2のロケーションと、第3のロケーションとに基づいてスプーフィングジオポリゴンを決定することを行うようにさらに構成される、を行うようにさらに構成された、条項28に記載のデバイス。

20

条項31. 1つまたは複数のプロセッサは、第1のロケーションと第2のロケーションとに基づいてスプーフィング領域の中心または重心を推定すること、ここにおいて、スプーフィング領域を決定することは、中心または重心と、中心または重心から第1のロケーション、第2のロケーション、またはその両方までの距離とに基づいて実質的に円形の領域または実質的に球状の領域を決定することを備える、を行うようにさらに構成された、条項28に記載のデバイス。

条項32. 1つまたは複数のプロセッサは、サーバに第1のロケーションと第2のロケーションとを送信すること、ここにおいて、スプーフィング領域を決定することは、サーバからスプーフィング領域を示すデータを受信することを備える、を行うようにさらに構成された、条項28に記載のデバイス。

30

条項33. サーバからスプーフィング領域を示すデータを受信することは、サーバから複数のロケーション、予備スプーフィング領域の形状およびロケーション、またはその両方を示すデータを受信することを備え、スプーフィング領域を決定することは、(i)複数のロケーション、予備スプーフィング領域の形状およびロケーション、またはその両方と(ii)第1のロケーションおよび第2のロケーションとに基づいてスプーフィング領域を備えるジオポリゴンを決定することを備える、条項32に記載のデバイス。

条項34. 1つまたは複数のプロセッサは、GNSS衛星に対応するGNSS信号が第1の遷移を経験したと決定するとき、GNSS衛星に対応するGNSS信号の信号特徴の検出された変化に基づいてGNSS信号の第1のセットに関連する矛盾を決定するように構成された、条項22～33のいずれかに記載のデバイス。

40

条項35. 信号特徴は、周波数、位相、もしくは信号強度、またはそれらの組合せを備える、条項34に記載のデバイス。

条項36. 1つまたは複数のプロセッサは、GNSS衛星に対応するGNSS信号が第1の遷移を経験したと決定するとき、GNSS衛星に対応するGNSS信号から取得されたデータの検出された変化に基づいてGNSS信号の第1のセットに関連する矛盾を決定するように構成された、条項22～35のいずれかに記載のデバイス。

条項37. データは、ロケーション、速度、向首方向、時間、日付、アルマナックデータ、もしくはエフェメリスデータ、またはそれらの組合せを備える、条項36に記載のデバイス。

条項38. スプーフィングされた衛星信号を補償するためのデバイスであって、ラン

50

シーバと、メモリと、トランシーバとメモリとに通信可能に結合された1つまたは複数のプロセッサとを備える、ここにおいて、1つまたは複数のプロセッサは、スプーフィング領域を示すジオポリゴンを取得することと、スプーフィング領域は、グローバルナビゲーション衛星システム（GNSS）衛星に対応する少なくとも1つのGNSS信号がスプーフィングされていると決定されている領域を備える、デバイスの決定されたロケーションとスプーフィング領域を示すジオポリゴンとに基づいてスプーフィング領域へのしきい値近接度中へのまたはその内へのデバイスの移動を決定することと、スプーフィング領域へのしきい値近接度中へのまたはその内へのデバイスの移動を決定することに応答して、第1の構成から第2の構成にデバイスの測位ユニットを調整することと、ここにおいて、第2の構成にある間に、測位ユニットは、デバイスの位置推定値を決定するときに少なくとも1つのGNSS信号を無視するように構成される、測位ユニットを用いて、測位ユニットが第2の構成にある間に測位ユニットによって受信された少なくとも1つのGNSS信号を除くGNSS信号の第1のセットに基づいてデバイスの位置推定値を決定することとを行うように構成される、デバイス。

10

条項39. 測位ユニットは、GNSS受信機とワイヤレス通信受信機とを備える、ここにおいて、第2の構成にある間に、測位ユニットは、ワイヤレス通信受信機を用いて1つまたは複数の地上波送信機から1つまたは複数の測位信号を受信するようにさらに構成され、デバイスの位置推定値を決定することは、1つまたは複数の測位信号にさらに基づく、条項38に記載のデバイス。

条項40. 測位ユニットは、GNSS受信機と慣性センサとを備える、ここにおいて、第2の構成にある間に、測位ユニットは、慣性センサから移動データを受信するようにさらに構成され、デバイスの位置推定値を決定することは、移動データにさらに基づく、条項39に記載のデバイス。

20

条項41. 測位ユニットは、GNSS受信機を備える、ここにおいて、測位ユニットを調整することは、GNSS受信機の構成を調整することを備える、条項40に記載のデバイス。

条項42. 1つまたは複数のプロセッサは、スプーフィング領域へのしきい値近接度の外へのまたはそれを越えたデバイスの移動を決定することと、第1の構成に測位ユニットを調整することと、第1の構成に測位ユニットを調整した後に、測位ユニットを用いて、測位ユニットが第1の構成にある間に測位ユニットによって受信されたGNSS信号の第2のセットに基づいてデバイスの第2の位置推定値を決定することとを行うようにさらに構成された、条項38～41のいずれかに記載のデバイス。

30

条項43. 非一時的コンピュータ可読媒体であって、条項1～21のいずれかに記載の方法を実施するためのコードを備える命令を記憶する非一時的コンピュータ可読媒体。

条項44. 装置であって、条項1～21のいずれかに記載の方法を実施するための手段を有する装置。

40

50

【図面】

【図 1】

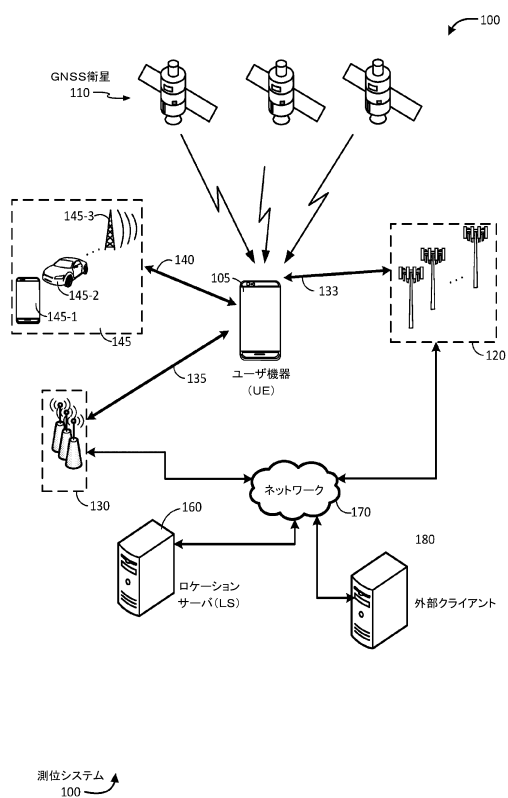


FIG. 1

【図 2 A】

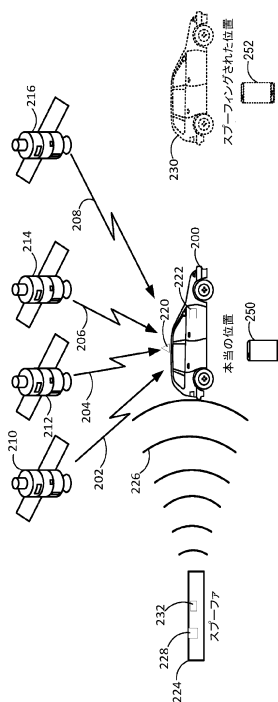


**FIG. 2A**

10

20

【図 2 B】

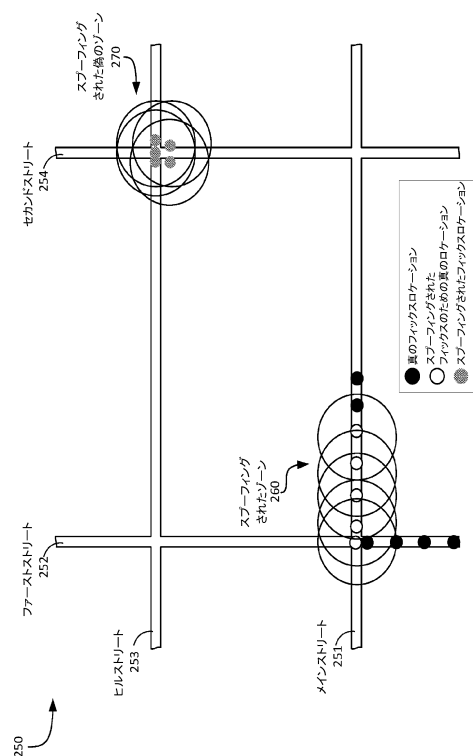


FIG. 2B

【圖 3】

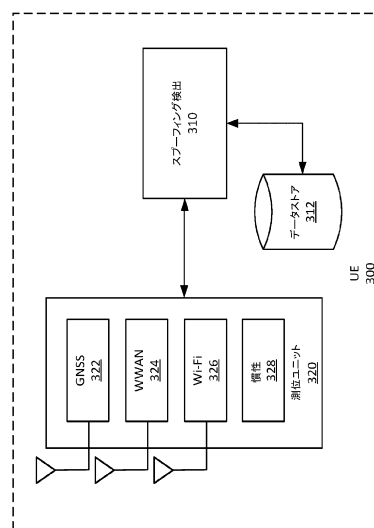


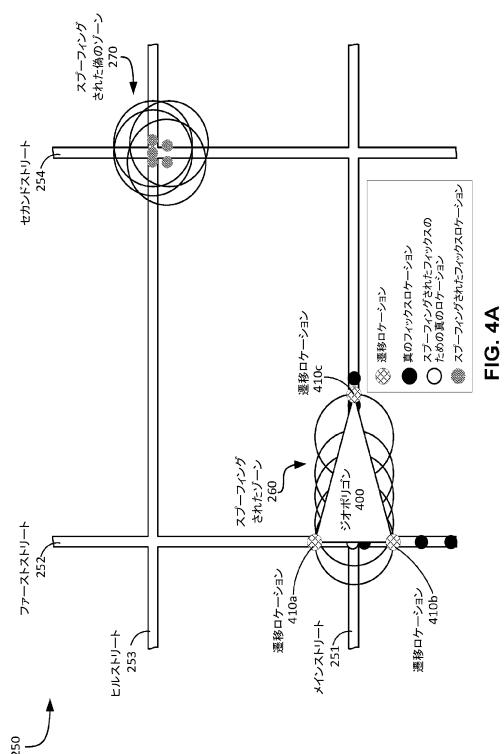
**FIG. 3**

30

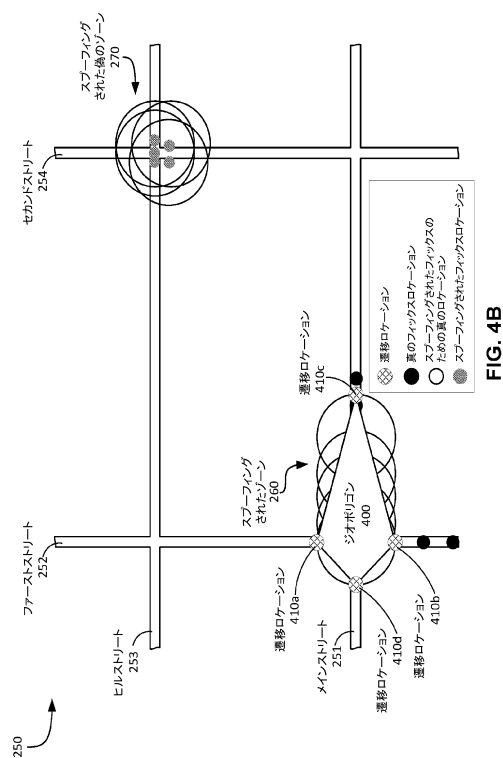
40

50

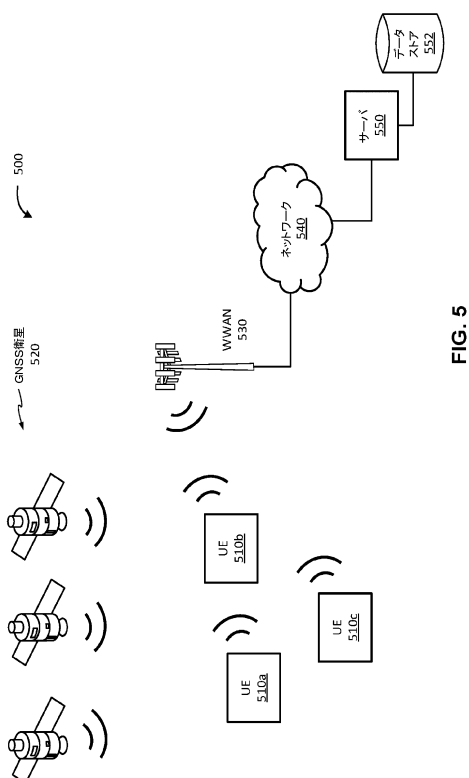
【図 4 A】



【図 4 B】



【図 5】



【図 6】

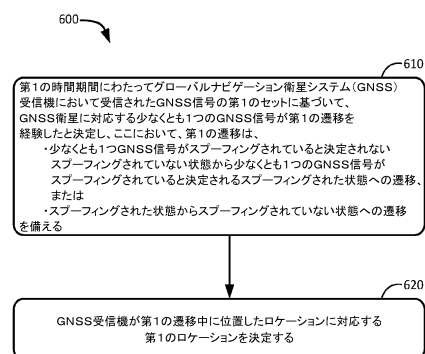


FIG. 6

【 図 7 】

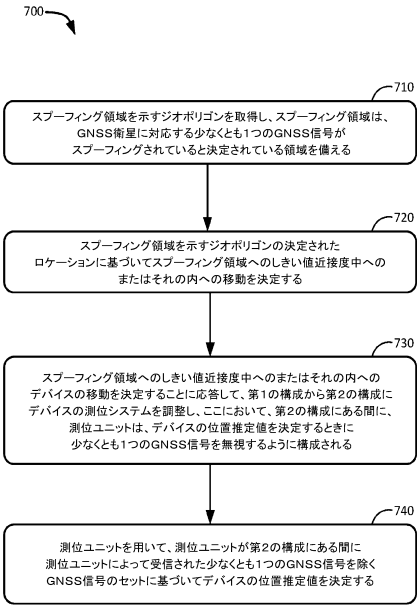


FIG. 7

【 図 8 】

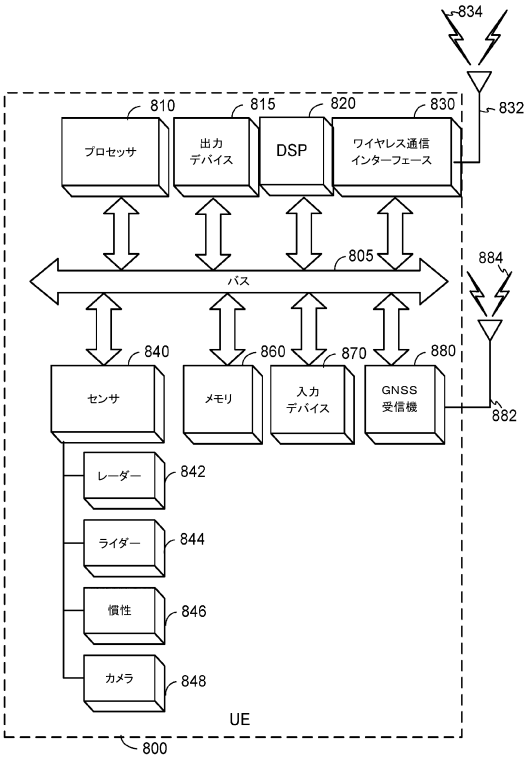


FIG. 8

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2021/043837

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01S19/21 G01S19/48 G01S19/03  
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Relevant to claim No.                   |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| X         | US 10 466 700 B1 (CARMACK SCOTT GERARD<br>[US] ET AL) 5 November 2019 (2019-11-05)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1-8,11,<br>13-16,<br>22-29,<br>32,34-37 |
| Y         | abstract                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 17-21,<br>38-42                         |
| A         | figures 5, 6, 10, 12<br>column 2, line 55 - column 4, line 15<br>column 4, line 42 - column 5, line 3<br>column 5, line 35 - column 6, line 8<br>column 7, line 55 - column 11, line 36<br>column 19, line 49 - column 20, line 44<br>column 13, line 26 - column 14, line 5<br>column 16, line 48 - line 50<br>column 19, line 14 - column 20, line 44<br>column 30, line 24 - column 31, line 19<br>-----<br>-/-- | 9,10,12,<br>30,31,33                    |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents :

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier application or patent but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 November 2021

Date of mailing of the international search report

02/12/2021

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Haugg, Sabine

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2021/043837

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                                                                        | Relevant to claim No.                           |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| X         | DE 10 2018 220793 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 4 June 2020 (2020-06-04)                                                                                                                                                                                                                                    | 1-5,7,8,<br>11,<br>17-26,<br>28,29,<br>32,38-42 |
| Y         | the whole document                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 17-21,<br>38-42                                 |
| A         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 6,9,10,<br>12-16,<br>27,30,<br>31,33-37         |
| X         | EP 2 924 662 A1 (KAPSCH TRAFFICOM AG [AT]) 30 September 2015 (2015-09-30)                                                                                                                                                                                                                                 | 1-5,7,8,<br>11,<br>17-26,<br>28,29,<br>32,38-42 |
| A         | paragraph [0006] - paragraph [0017]                                                                                                                                                                                                                                                                       | 6,9,10,<br>12-16,<br>27,30,<br>31,33-37         |
| A         | US 2017/070971 A1 (WIETFELDT RICHARD [US] ET AL) 9 March 2017 (2017-03-09)<br>abstract<br>figures 4, 5<br>paragraph [0015] - paragraph [0018]<br>paragraph [0023] - paragraph [0026]<br>paragraph [0032] - paragraph [0033]<br>paragraph [0059] - paragraph [0067]<br>paragraph [0111] - paragraph [0117] | 1-42                                            |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/US2021/043837

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------|---------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| US 10466700                               | B1                  | 05-11-2019                 | NONE                                                                                                                                                                             |
| DE 102018220793                           | A1                  | 04-06-2020                 | NONE                                                                                                                                                                             |
| EP 2924662                                | A1                  | 30-09-2015                 | DK 2924662 T3 21-11-2016<br>EP 2924662 A1 30-09-2015<br>ES 2599783 T3 03-02-2017<br>PL 2924662 T3 31-01-2017<br>PT 2924662 T 27-10-2016                                          |
| US 2017070971                             | A1                  | 09-03-2017                 | CN 107949795 A 20-04-2018<br>EP 3345018 A1 11-07-2018<br>JP 2018534537 A 22-11-2018<br>KR 20180050366 A 14-05-2018<br>US 2017070971 A1 09-03-2017<br>WO 2017040076 A1 09-03-2017 |

10

20

30

40

50

## フロントページの続き

,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,D  
K,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),O  
A(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,B  
B,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD  
,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,IT,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,  
LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,  
RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,Z  
W

2 1 2 1 - 1 7 1 4、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7 7 5

F ターム (参考) 5J062 AA09 BB01 BB02 BB03 BB05 CC07 HH00 HH09