

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-156809

(P2016-156809A)

(43) 公開日 平成28年9月1日(2016.9.1)

| | | | | |
|---------------|--------------|------------------|--------|-------------|
| (51) Int.Cl. | | F I | | テーマコード (参考) |
| GO 1 S | 3/14 | (2006.01) | GO 1 S | 3/14 |
| GO 1 S | 11/06 | (2006.01) | GO 1 S | 11/06 |
| GO 1 S | 5/12 | (2006.01) | GO 1 S | 5/12 |

審査請求 有 請求項の数 12 O L (全 33 頁)

| | |
|--|---|
| <p>(21) 出願番号 特願2016-21159 (P2016-21159)</p> <p>(22) 出願日 平成28年2月5日 (2016.2.5)</p> <p>(31) 優先権主張番号 201510065579.4</p> <p>(32) 優先日 平成27年2月9日 (2015.2.9)</p> <p>(33) 優先権主張国 中国 (CN)</p> <p>(特許庁注：以下のものは登録商標)</p> <p>1. Z I G B E E</p> <p>2. ブルートゥース</p> | <p>(71) 出願人 000006747 株式会社リコー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号</p> <p>(74) 代理人 100107766 弁理士 伊東 忠重</p> <p>(74) 代理人 100070150 弁理士 伊東 忠彦</p> <p>(72) 発明者 リアオ コォ 中華人民共和国北京市海淀区西▲直門▼外 大街168号▲騰達▼大厦28▲層▼ 理 光▲軟▼件研究所(北京)有限公司内</p> <p>(72) 発明者 ビヌ ダ 中華人民共和国北京市海淀区西▲直門▼外 大街168号▲騰達▼大厦28▲層▼ 理 光▲軟▼件研究所(北京)有限公司内 最終頁に続く</p> |
|--|---|

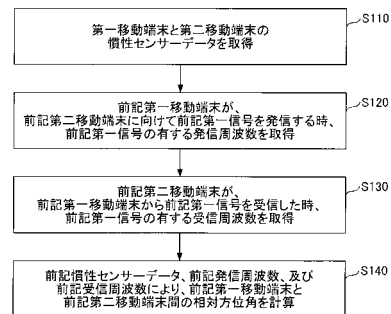
(54) 【発明の名称】 相対方位角の計算方法と装置、ならびに相対位置特定方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】相対方位角計算方法と装置、ならびに相対位置特定方法を提供する。

【解決手段】第一移動端末および第二移動端末の慣性センサーデータを取得し、第一移動端末が第二移動端末に向けて第一信号を発信できること、第一移動端末が第二移動端末に向けて第一信号を発信する時に、第一信号の有する発信周波数を取得すること、第二移動端末が第一移動端末から第一信号を受信する時に、第一信号の有する受信周波数を取得し、第一信号が第一移動端末から第二移動端末に発信される過程で、ドップラー効果の影響を受けること、ならびに慣性センサーデータ、発信周波数、及び受信周波数により、第一移動端末と第二移動端末間の相対方位角を計算することを含む。相対方位角計算方法は、ドップラー効果を利用して、如何なる初期条件も必要とすることなく、移動設備間の相対方位角を直接計算することができる。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第一移動端末と第二移動端末の慣性センサーデータを取得し、前記第一移動端末が前記第二移動端末に向けて第一信号を発信できること、

前記第一移動端末が前記第二移動端末に向けて前記第一信号を発信する時に、前記第一信号の有する発信周波数を取得すること、

前記第二移動端末が前記第一移動端末から前記第一信号を受信する時に、前記第一信号の有する受信周波数を取得し、前記第一信号が前記第一移動端末から前記第二移動端末に発信される過程で、ドップラー効果の影響を受けること、及び

前記慣性センサーデータ、前記発信周波数、及び前記受信周波数により、前記第一移動端末と前記第二移動端末間の相対方位角を計算し、前記相対方位角は、前記第一移動端末と前記第二移動端末のうちの一つの移動端末の機器の方向と、前記一つの移動端末からもう一つの移動端末までの接続線方向の間の夾角であることを含む、ことを特徴とする相対方位角を計算する方法。

10

【請求項 2】

前記慣性センサーデータ、前記発信周波数、及び前記受信周波数により、前記第一移動端末と前記第二移動端末間の相対方位角を計算することが、

前記発信周波数と前記受信周波数間の大小関係によって前記ドップラー効果のタイプを判断すること、及び

前記ドップラー効果のタイプに応じて、前記慣性センサーデータ、前記発信周波数、及び前記受信周波数により前記相対方位角を計算することを含む、ことを特徴とする請求項1に記載の方法。

20

【請求項 3】

前記ドップラー効果のタイプに応じて、前記慣性センサーデータ、前記発信周波数、及び前記受信周波数により前記相対方位角を計算することが、

前記慣性センサーデータにより前記第一移動端末の前記接続線方向上の第一速度成分と、前記第二移動端末の前記接続線方向上の第二速度成分を計算すること、

前記ドップラー効果が、前記第一移動端末と前記第二移動端末の相互離間タイプのドップラー効果か、或いは前記第一移動端末と前記第二移動端末の相互接近タイプのドップラー効果かに応じて、前記第一速度成分と前記第二速度成分により、前記第一移動端末の前記第二移動端末に相対する第一相対方位角と、前記第二移動端末の前記第一移動端末に相対する第二相対方位角の間の第一関係を生成すること、

30

前記第一移動端末の第一機器の方向と前記第二移動端末の第二機器の方向により、前記第一相対方位角と前記第二相対方位角の間の第二関係を生成すること、及び

前記第一関係と前記第二関係により前記第一相対方位角及び/或いは前記第二相対方位角を求めることを含む、ことを特徴とする請求項2に記載の方法。

【請求項 4】

請求項1~3のうちの任意の一項の相対方位角計算方法を用いて、前記第一移動端末と前記第二移動端末間の当初相対方位角を計算すること、

前記第一移動端末と前記第二移動端末間の当初相対距離を計算すること、及び

40

前記当初相対方位角と前記当初相対距離により前記第一移動端末と前記第二移動端末間の当初相対位置関係を確定することを含む、ことを特徴とする移動端末の相対位置を特定する方法。

【請求項 5】

前記第一移動端末と前記第二移動端末間の当初相対距離の計算が、

前記第一移動端末が前記第一信号の発信を完了した発信完了時刻を取得すること、

前記第一移動端末が第二信号の受信を開始した受信開始時刻を取得し、前記第二信号は前記第二移動端末が前記第一信号を受信した後、前記第一移動端末に向けて発信した信号であること、

前記第二移動端末が前記第一信号を処理し、処理結果により前記第二信号を生成し発信

50

する処理操作のタイムラグを取得すること、及び

少なくとも、前記発信完了時刻、前記受信開始時刻、前記処理操作タイムラグ、ならびに前記第一信号と前記第二信号の伝播速度により、前記当初相対距離を計算することを含む、ことを特徴とする請求項4に記載の方法。

【請求項6】

前記第一移動端末が第二信号の受信を開始した受信開始時刻を取得することが、

前記第一移動端末が前記第二信号から解析した標識情報に、前記第一移動端末の標識情報が含まれることに応じて、前記受信開始時刻を取得することを含む、ことを特徴とする請求項5に記載の方法。

【請求項7】

前記第一信号が、複数の発信周波数間の様々な変化により示される前記第一移動端末の標識情報を含み、

前記第二信号が、複数の発信周波数間の様々な変化により示される前記第一移動端末の標識情報と前記第二移動端末の標識情報を含む、ことを特徴とする請求項5に記載の方法

。

【請求項8】

前記当初相対位置関係の確定後、第一移動端末と第二移動端末の慣性センサーデータを再取得し、再取得した慣性センサーデータにより前記第一移動端末と前記第二移動端末間の更新相対方位角を計算すること、

前記当初相対距離と再取得した慣性センサーデータにより前記第一移動端末と前記第二移動端末間の更新相対距離を計算すること、及び

前記更新相対方位角と前記更新相対距離により前記第一移動端末と前記第二移動端末間の更新相対位置関係を推定することも含む、ことを特徴とする請求項4に記載の方法。

【請求項9】

前記更新相対位置関係の推定後、前記更新相対位置関係の累計誤差を計算すること、

前記累計誤差が所定閾値以上か否かを判断すること、及び

前記累計誤差が前記所定閾値以上か否かに応じて、前記第一移動端末と前記第二移動端末間の当初相対方位角と当初相対距離を再計算することをさらに含む、ことを特徴とする請求項8に記載の方法。

【請求項10】

第一移動端末と第二移動端末の慣性センサーデータの取得に用い、前記第一移動端末が前記第二移動端末に向けて第一信号を発信できる慣性データ取得ユニット、

前記第一移動端末が前記第二移動端末に向けて前記第一信号を発信する時、前記第一信号が有する発信周波数を取得するために用いる発信周波数取得ユニット、

前記第二移動端末が前記第一移動端末から前記第一信号を受信する時、前記第一信号の有する受信周波数を取得するために用い、前記第一信号が、前記第一移動端末から前記第二移動端末への発信過程においてドップラー効果の影響を受ける受信周波数取得ユニット、及び

前記慣性センサーデータ、前記発信周波数、及び前記受信周波数により前記第一移動端末と前記第二移動端末間の相対方位角を計算するために用い、前記相対方位角が、前記第一移動端末と前記第二移動端末のうちの一つの移動端末の機器の方向と、前記一つの移動端末からもう一つの移動端末までの接続線の方向の間の夾角である方位角計算ユニットを含む、ことを特徴とする相対方位角計算装置。

【請求項11】

コンピュータに、請求項1～9の何れか1項に記載の方法を実行させるためのプログラム。

【請求項12】

請求項11に記載のプログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【0001】

本発明は、無線通信分野に関し、より具体的には、相対方位角の計算方法と装置、ならびに相対位置特定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

二つの移動端末間の相対方位角とは、二つの移動端末のうち一つの移動端末の機器の方向と、前記移動端末からもう一つの移動端末までの接続線の方向との間の夾角を指す。

【0003】

現在の方位角計算方法は、先ず、二つの移動端末の初期化座標を取得し、それらの慣性センサーデータを取得する必要がある。これにより、相互に移動過程にある二つの移動端末の相対位置（座標）を推定し、最後に、例えば三角位置特定方法等の位置特定方法により二つの移動端末間の相対方位角を確定する。

10

【0004】

例えば、二つの移動端末間で無線信号を発信することにより、ネットワーク中のノードを位置特定し追跡する。しかし、無線信号の発信と同じ時に、発信側移動端末と受信側移動端末が移動過程にある可能性があり、このため、発信側移動端末と受信側移動端末間にドップラー効果を生じる可能性がある。ドップラー効果は発信する無線信号の、発信から受信までの距離を長く或いは短く変える可能性があり、これにより無線信号の受信周波数の正確さを不十分なものにしてしまう。さらに、発信側移動端末の無線信号で、例えば周波数のコード化のような操作をした時、ドップラー効果により当該無線信号に、受信側移動端末での解読エラーを生じさせるおそれがある。

20

【0005】

ドップラー効果の影響は様々な面に存在することから、従来技術は、いずれも自身のシステムの必要により、ドップラー効果補正を行っていた。例えば、従来技術では、通常、より正確に移動端末を位置特定できるように、ドップラー効果の原理を利用して、このような不正確な受信周波数の補正を行うことにより、必要とする相対方位角を取得していた。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の目的は、相対方位角の計算方法と装置、ならびに相対位置特定方法を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は一面において、第一移動端末と第二移動端末の慣性センサーデータを取得し、前記第一移動端末が前記第二移動端末に向けて第一信号を発信できること、前記第一移動端末が前記第二移動端末に向けて前記第一信号を発信する時に、前記第一信号の有する発信周波数を取得すること、前記第二移動端末が前記第一移動端末から前記第一信号を受信する時に、前記第一信号の有する受信周波数を取得し、前記第一信号が前記第一移動端末から前記第二移動端末に発信される過程で、ドップラー効果の影響を受けること、ならびに前記慣性センサーデータ、前記発信周波数、及び前記受信周波数により、前記第一移動端末と前記第二移動端末間の相対方位角を計算し、前記相対方位角は、前記第一移動端末と前記第二移動端末のうち一つの移動端末の機器の方向と、前記一つの移動端末からもう一つの移動端末までの接続線方向の間の夾角であることを含む相対方位角計算方法を提供した。

40

【0008】

この他、本発明の他の面においては、本発明による相対方位角計算方法を用いて、前記第一移動端末と前記第二移動端末間の当初相対方位角を計算すること、前記第一移動端末と前記第二移動端末間の当初相対距離を計算すること、ならびに、前記当初相対方位角と前記当初相対距離により前記第一移動端末と前記第二移動端末間の当初相対位置関係を確

50

定することを含む移動端末の相対位置特定方法を提供した。

【0009】

本発明のさらに他の面においては、第一移動端末と第二移動端末の慣性センサーデータの取得に用い、その中で、前記第一移動端末が前記第二移動端末に向けて第一信号を発信できる慣性データ取得ユニット、前記第一移動端末が前記第二移動端末に向けて前記第一信号を発信する時、前記第一信号が有する発信周波数を取得するために用いる発信周波数取得ユニット、前記第二移動端末が前記第一移動端末から前記第一信号を受信する時、前記第一信号の有する受信周波数を取得するために用い、前記第一信号が、前記第一移動端末から前記第二移動端末への発信過程においてドップラー効果の影響を受ける受信周波数取得ユニット、ならびに、前記慣性センサーデータ、前記発信周波数、及び前記受信周波数により前記第一移動端末と前記第二移動端末間の相対方位角を計算するために用い、前記相対方位角が、前記第一移動端末と前記第二移動端末のうちの一つの移動端末の機器の方向と、前記一つの移動端末からもう一つの移動端末までの接続線の方向の間の夾角であることを含む相対方位角計算ユニットを提供した。

10

【0010】

従来技術と比べると、本発明による相対方位角計算方法と装置を用いた場合は、少なくとも、二つの移動端末の慣性センサーデータと、前記移動端末間で発信する無線信号の受けるドップラー効果を利用して、二つの移動端末間の相対方位角を計算することができる。つまり、本発明の実施例による相対方位角の計算過程は、ドップラー効果と慣性センサーデータに基づき、二つの移動端末間だけで、方位角の計算を実現することができ、他の移動端末も、或いは他の補助パラメータの導入も必要としない。このため、本発明の実施例による相対方位角計算方法と装置は、ドップラー効果の無線信号に対する影響を利用して、二つの移動端末の相対位置情報を直接、得ることができ、如何なる初期条件も必要としない。

20

【0011】

本発明のその他の特徴と優位点は、この後の明細書中に詳述されるが、一部は明細書から明瞭で分かりやすいものになるか、本発明の実施により理解することができる。本発明の目的とその他の優位点は、明細書、請求項、ならびに添付図の中で特別に指示された構造により実現し取得することができる。

【図面の簡単な説明】

30

【0012】

添付図は、本発明に対する更なる理解を提供するために用いられ、明細書の一部を構成し、本発明の実施例とともに、本発明の説明に用いられるが、決して本発明に対する限定となるものではない。

【図1】本発明の実施例による応用場面の構造ブロック図である。

【図2】本発明の実施例による相対方位角計算方法の全体フローチャートである。

【図3】ドップラー効果の原理図である。

【図4】本発明の実施例による移動端末の相対位置特定方法の全体フローチャートである。

。

【図5】本発明の実施例の具体例による、相対位置特定方法の全体フローチャートである

40

。

【図6】本発明の実施例の具体例による、相対位置特定方法の位置特定過程の時系列図である。

【図7】本発明の実施例の具体例による、無線ネットワーク構築過程例のフローチャートである。

【図8】本発明の実施例の具体例による、周波数変化に基づくコード化方法の概念図である。

【図9】本発明の実施例の具体例による、TOF距離測定原理に基づくタイムラグ補正過程のタイムラグ概念図である。

【図10】本発明の実施例の具体例による、TDOA距離測定原理に基づく相対距離測定の概

50

念図である。

【図 1 1】本発明の実施例の具体例による、方位角計算操作の原理図である。

【図 1 2】本発明の実施例の具体例による、慣性センサーデータに基づくノード位置追跡の原理図である。

【図 1 3】本発明の実施例による相対方位角計算装置の機能配置ブロック図である。

【図 1 4】本発明の実施例による相対位置特定設備の機能構造図である。

【図 1 5】本発明の実施例による移動端末のハードウェア構造ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

添付図を参照し、本発明による各実施例を詳細に説明する。ここで注意を要することは、添付図中、基本的に同じ或いは類似した構造や機能をもつ構成部分には、同じ添付図記号を付与し、それらに関する重複説明は省略していることである。

10

【0014】

当業者に本発明をより良く理解してもらうために、

1. 本発明の思想の概述
2. 応用場面
3. 相対方位角の計算方法
4. 移動端末の相対位置特定方法
5. 移動端末の相対位置特定方法の具体例
6. 相対方位角の計算装置
7. 相対位置特定設備
8. 移動端末

20

という順序で本発明について更に詳細な説明を行う。

【0015】

1. 本発明の思想の概述

従来技術中の技術問題について研究するなかで、本発明者は、相対方位角の計算過程において、既存の大多数の研究作業が、いずれも、ドップラー効果の原理を利用して、受信側移動端末が発信側移動端末から受信した無線信号の受信周波数を補正し、これにより移動端末をより正確に位置特定し、必要とする相対方位角を取得していることと認識した。つまり、従来技術は、ドップラー効果の一つの好ましくない影響と見なし、画像はこの好ましくない影響を取り除いている。

30

【0016】

本発明の実施例による相対方位角計算方法において、本発明者は、一つの新規的な方位角計算方式を提供したが、そこでは、従来技術に反して、移動端末間で発信した無線信号の受けたドップラー効果を利用して、直接、二つの移動端末間の相対方位角を計算し、これによりドップラー効果を、無線信号の受ける影響にとって、害を益に転じるものとしたことができた。

【0017】

2. 応用場面

以下の文中では、まず、図1を参考に本発明の実施例による応用場面の全体構造例を説明する。

40

【0018】

本発明の実施例による相対方位角計算方法と装置、ならびに相対位置特定方法と設備は、無線通信システムに適用でき、当該無線通信システムは、如何なる種類の特定環境中においても構築できる無線通信ネットワークで良い。

【0019】

例えば、当該特定環境が室外環境である時は、当該無線通信システムは、グローバル・モバイル・コミュニケーション・システム(GSM(登録商標))、衛星通信システム、マイクロ波通信システムで良い。また、例えば、当該特定環境が室内環境である時は、当該無線通信システムは、ラジオ・フリケンシー・アイデンティファイア(RFID)通信システム

50

、ジグビー・プロトコル (ZigBee) 通信システム、超音波通信システム、超ブロードバンド通信システム、ブルートゥース通信システム、或いは音波通信システム等で良い。明らかであるが、上記の、室外環境を基に構築された無線通信システムに応用される相対方位角計算方法は、信号遮蔽問題を解決することができないので、室内環境に応用することができず、室内環境を基に構築された無線通信システムは、起ち上がりやや遅く、室内環境も非常に複雑なので、相対方位角計算の操作で、往々にして精度の低さや、時間がかかる等の問題が存在する。

【0020】

正にこの理由で、本発明の実施例は、室外環境の相対方位角計算精度を更に高めることができるだけでなく、室内環境を基に構築した無線通信システムにより良く応用することができ、これにより室内環境中の相対方位角測定操作の上記欠点を補い、室内環境中で正確に二つの移動端末 (或いはこれをノードと言う) 間の相対方位角を推定し、その後、更に進んで、それらを正確に相対位置特定することを可能にする。

10

【0021】

説明を要することは、以下の文中では、室内環境を基に構築した無線通信システムを例にとって説明するが、本発明はこれに限らない。本発明が、室外環境を基に構築された無線通信システム中にも同様に応用できることは明らかである。

【0022】

図1は、本発明の実施例による応用場面の構造ブロックチャートを図示した。

【0023】

図1に示すように、例えば、本発明の実施例による方法、装置及び設備を応用できる応用場面は室内環境で、当該室内環境中の構造には無線通信システム10がある。当該無線通信システム10は少なくとも二つのノードを含むことができる。

20

【0024】

例として、図1は一つの位相構造図であり、無線通信システム10が星形ネットワークの位相の無線ネットワーク構造を有することを示した。図1に示す例では、当該無線通信システム10が五つのノード、Na、Nb1、Nb2、Nb3、及びNb4を含んでいる。このうち、ノードNaは星形ネットワークの位相中の主 (Master) ノードで、それは無線ネットワークで主導的に相対方位角計算の操作を始めるノードであり、ノードNb1からNb4までは、星形ネットワークの位相中の従 (Slave) ノードで、無線ネットワークで受動的に当該相対方位角計算の操作に参画するノードである。以下の文中では、説明の便のために、各ノードを区分する必要のない時は、ノードNb1からNb4までをまとめて従ノードNbと表記する。

30

【0025】

無線ネットワーク中で、主ノードNaと従ノードNbの役割は、相対方位角計算のニーズの変化に連れて変化する。この他、本説明の実施例で、主ノードNaから従ノードNbまでの相対方位角とは、主ノードNaの基準方向を基にした、主ノードNaと従ノードNb間の夾角を指す。

【0026】

無線通信システム10で、主ノードNaと従ノードNb1を例にとると、両者間で無線通信を行い、これにより当該室内環境でこの二つのノード間の相対方位角を推定することができる。例えば、主ノードNaと従ノードNb1間のノード距離を計算するために、主ノードNaは従ノードNb1に向けて無線通信信号を送信し、これにより二つのノードの慣性センサーデータとそれらの間のドップラー効果を確定することができる。その後、慣性センサーデータとドップラー効果を利用して二つのノード間の相対方位角を計算する操作を、二つのノード中のどの一つの上でも行うことができる。代わりに、二つのノードが、当該上記関係データを一つの統一サーバ (未提出) に送信し、これにより当該サーバで集中して当該相対方位角計算の操作を行うこともできる。

40

【0027】

3. 相対方位角の計算方法

以下の文中で、図2を参考に、本発明の実施例による相対方位角計算方法の全体フロー

50

の例を説明する。

【0028】

前記相対方位角計算方法は、特定環境での、第一移動端末と第二移動端末間の相対方位角の推定に用いることができる。

【0029】

一つの実施例では、前記特定環境は室内環境であって良い。代わりに、他の実施例では、前記特定環境は、同じように、室外環境であって良い。

【0030】

図2は、本発明の実施例による相対方位角計算方法の全体フローチャートを図示したものである。

10

【0031】

図2に示すように、前記相対方位角計算方法は、以下のステップを含む。

【0032】

ステップS110で、第一移動端末と第二移動端末の慣性センサーデータを取得し、前記第一移動端末は前記第二移動端末に向けて第一信号を発信することができる。

【0033】

ステップS120で、前記第一移動端末が、前記第二移動端末に向けて前記第一信号を発信する時、前記第一信号の有する発信周波数を取得する。

【0034】

ステップS130で、前記第二移動端末が、前記第一移動端末から前記第一信号を受信した時、前記第一信号の有する受信周波数を取得し、前記第一信号が、前記第一移動端末から前記第二移動端末までの発信過程でドップラー効果の影響を受ける。

20

【0035】

ステップS140で、前記慣性センサーデータ、前記発信周波数、及び前記受信周波数により、前記第一移動端末と前記第二移動端末間の相対方位角を計算し、前記相対方位角は、前記第一移動端末と前記第二移動端末のうちの一つの移動端末の機器の方向と、前記一つの移動端末からもう一つの移動端末に引いた線の方向の間の夾角である。

【0036】

以下、上記各ステップを更に詳しく説明する。

【0037】

従来技術で、ドップラー効果の原理を利用して無線信号の受信周波数を補正し、これにより移動端末間の相対方位角を計算したのとは異なり、本発明の実施例による相対方位角計算方法では、ドップラー効果の、移動端末間の発信過程における無線信号に対する影響を十分に考慮し、ドップラー効果と移動端末の慣性センサーデータを利用して、直接移動端末間の方位角を計算できる。

30

【0038】

このため、一つの実施例では、ステップS110の前に、先ず、第一移動端末から前記第二移動端末に向けて第一信号を発信することができる。

【0039】

例えば、当該第一信号は、例えば音声信号、電磁波信号等、如何なる種類の波形信号でも良く、ただ、それが第一移動端末と第二移動端末間で伝送される時、二つの移動端末間の相対運動によりドップラー効果が生まれさえすればそれで良い。具体的には、移動端末中の計時精度と方位角計算にかかる時間を総合的に考慮するが、当該第一信号は音声信号であって良い。

40

【0040】

図3は、ドップラー効果の原理図を図示した。

【0041】

図3に示すように、ドップラー効果により、第一信号の第二移動端末での受信周波数が、その第一移動端末での発信周波数より高い時は、二つの移動端末が相互に近づいていると説明でき、第一信号の第二移動端末での受信周波数が、その第一移動端末での発信周波

50

数より低い時は、二つの移動端末が相互に離れていくと説明できる。

【 0 0 4 2 】

具体的には、二つの移動端末間の周波数関係は、公式(1)のように示される。

【 数 1 】

$$f' = \left(\frac{v \pm v_0}{v \mp v_s} \right) f \quad \text{公式(1)}$$

【 0 0 4 3 】

このうち、 f' は第一信号の第二移動端末における受信周波数、 f は第一信号の第一移動
10
端末における発信周波数、 v は信号波の二つの移動端末間の伝播媒質中での移動速度（例
例えば、信号波が音波で、伝播媒質が空気である時は、当該移動速度は340m/秒）、 v_0 は第
二移動端末の移動速度で、第二移動端末が第一移動端末に接近していれば、その前方演算
符号は+となり、反対であれば-となり、 v_s は第一移動端末の移動速度で、第二移動端
末が第一移動端末に接近していれば、その前方演算符号は-となり、反対であれば+となる
。

【 0 0 4 4 】

続いて、第一移動端末と第二移動端末間の相対方位角を計算するために、ステップS110
20
で、第一移動端末と第二移動端末の慣性センサーデータを取得することができる。

【 0 0 4 5 】

例えば、移動端末の慣性センサーは、加速度、傾斜、衝撃、振動、回転や自由度の高い
20
運動を計測し測定できるセンサーであり、それは、例えば加速度計（或いは加速度センサ
ー）や角速度センサー（或いはジャイロスコープ）、ならびにそれらの一、二、三軸組み
合わせ慣性計測ユニット（IMU）を含むことができ、マグネットセンサーの姿勢船首照合
システム（AHRS）等々を含む。このように、移動端末の慣性センサーの慣性データは、移
動端末自身の加速度（加速度により、短時間に速度予測ができる）、角速度、姿勢、方位
角等を含むことができる。この慣性データによって、各移動端末（即ち、ネットワークの
ノード）の加速度、速度、角速度、姿勢、方位角等の情報を知ることができる。

【 0 0 4 6 】

当該相対方位角の計算操作が、第一移動端末から始まると仮定すると、当該第一移動端
30
末は、自身の中に装備された慣性センサーが取得した慣性データを直接、読み取ることが
でき、この他、当該第一移動端末は、例えば二つの移動端末間の無線ネットワークにより
、第二移動端末中に装備された慣性センサーが取得した慣性データを第二移動端末から取
得することもできる。例えば、移動端末間の慣性センサーデータの取得操作は、周期的に
行うことも、オンデマンドで行うこともできる。

【 0 0 4 7 】

第一移動端末が、前記第二移動端末に向けて第一信号を発信した後、ステップS120で、
40
前記第一移動端末が前記第二移動端末に向けて前記第一信号を発信した時、前記第一信号
の有する発信周波数、即ち、前記第一移動端末の、前記第一信号に対する初期発信周波数
を取得することができる。

【 0 0 4 8 】

同じ理由で、第二移動端末が、前記第一移動端末から第一信号を受信した後、ステップ
S130で、前記第二移動端末が前記第一移動端末から前記第一信号を受信した時、前記第一
50
信号の有する受信周波数、即ち、前記第一信号が、前記第一移動端末から前記第二移動
端末への発信過程でドップラー効果の影響を受けた後の、前記第二移動端末での受信周波数
を取得することができる。

【 0 0 4 9 】

最後に、前記慣性センサーデータ、前記発信周波数、及び前記受信周波数を取得した後
、ステップS140で、前記第一移動端末と前記第二移動端末間の相対方位角を計算すること
60
ができる。

【0050】

上記のように、ドップラー効果には、二つの移動端末の相互接近により起きるドップラー効果と、二つの移動端末の相互離間により起きるドップラー効果を含むため、相対方位角をより正確に計算するために、一つの実施例では、当該ステップS140が、前記発信周波数と前記受信周波数間の大小関係によって前記ドップラー効果のタイプを判断すること、ならびに、前記ドップラー効果のタイプに応じて、前記慣性センサーデータ、前記発信周波数、及び前記受信周波数により前記相対方位角を計算することを含むことができる。

【0051】

具体的には、当該ステップS140中の、前記ドップラー効果のタイプに応じて、前記慣性センサーデータ、前記発信周波数、及び前記受信周波数により前記相対方位角を計算するサブステップには、前記慣性センサーデータにより前記第一移動端末の前記接続線方向上の第一速度成分と、前記第二移動端末の前記接続線方向上の第二速度成分を計算すること、前記ドップラー効果が前記第一移動端末と前記第二移動端末の相互離間タイプのドップラー効果か、或いは前記第一移動端末と前記第二移動端末の相互接近タイプのドップラー効果かに応じて、前記第一速度成分と前記第二速度成分により、前記第一移動端末の前記第二移動端末に相対する第一相対方位角と、前記第二移動端末の前記第一移動端末に相対する第二相対方位角の間の第一関係を生成すること、前記第一移動端末の第一機器の方向と前記第二移動端末の第二機器の方向により、前記第一相対方位角と前記第二相対方位角の間の第二関係を生成すること、ならびに、前記第一関係と前記第二関係により前記第一相対方位角及び/或いは前記第二相対方位角を求めることを含むことができる。

【0052】

このことから、本発明の実施例が、少なくとも、二つの移動端末の慣性センサーデータと、前記移動端末間で発信した無線信号が受けたドップラー効果を利用して、二つの移動端末間の相対方位角を計算することのできる相対方位角計算方法を提供したことが分かる。つまり、本発明の実施例による相対方位角の計算過程は、ドップラー効果と慣性センサーデータに基づき、二つの移動端末間だけで方位角の計算を実現することができ、他の移動端末、或いはその他の補助パラメータの導入は何も必要としない。このため、本発明の実施例による相対方位角計算方法は、移動端末間で発信された無線信号の受けたドップラー効果を利用し、直接、二つの移動端末間の相対方位角を計算することができ、如何なる初期条件も必要としない。

【0053】

説明を要することは、上記ではステップS110からS140と言うこの特定の順序で、本発明の実施例の具体例による相対方位角計算方法を説明したが、本発明はこれに限らない。例えば、当該慣性センサーデータの取得操作（即ち、ステップS110）は、発信周波数と受信周波数の取得操作（即ち、ステップS120とステップS130）後に行っても良いし、或いは二つを同時に行っても良い。

【0054】

4. 移動端末の相対位置特定方法

移動端末間の相対方位角を算出した後、それを多くの応用場面に応用することができる。例えば、更に移動端末間の相対距離を取得することができれば、当該相対方位角と当該相対距離により、移動端末間の相対位置特定操作を実現することができる。

【0055】

以下の文中では、図4を参考に、本発明の実施例による移動端末の相対位置特定方法の全体フローの例を説明する。

【0056】

前記相対位置特定方法は、特定環境中で、その位置の分からない移動端末を相対位置特定するのに用いることができる。相対位置特定とは、従来の絶対位置特定に対して提出された最新概念である。絶対位置特定は単点位置特定とも言われ、一個の移動端末で位置特定するモデルであり、それが確定するものは移動端末の絶対座標である。この位置特定モデルの特長は作業方式が簡単なことで、一個の機器で作業でき、一般に、ナビゲーション

や、精度要求の高くないアプリケーションに用いられる。これに反し、相対位置特定は差分位置特定とも呼ばれ、2個以上の移動端末を使って、移動端末間の相互位置関係を確定する。つまり、相対位置特定では移動端末の絶対座標は取得できず、ただ二つの移動端末間の位置関係が得られるだけである。

【0057】

図4は、本発明の実施例による移動端末の相対位置特定方法の全体フローチャートを図示した。

【0058】

図4に示すように、前記移動端末の相対位置特定方法は、以下のステップを含むことができる。

10

【0059】

ステップS210で、第一移動端末と第二移動端末間の当初の相対方位角を計算する。

【0060】

ステップS220で、前記第一移動端末と前記第二移動端末間の当初の相対距離を計算する。

【0061】

ステップS230で、前記当初の相対方位角と前記当初の相対距離により、前記第一移動端末と前記第二移動端末間の当初の相対位置関係を確定する。

【0062】

以下、上記の各ステップを更に詳細に説明する。

20

【0063】

ステップS210で、各種相対方位角計算方法を用いて、前記第一移動端末と前記第二移動端末間の相対方位角を計算し、当初の相対方位角とする。

【0064】

一つの実施例では、本発明の実施例による相対方位角の計算方法を用いて、移動端末間の当初の相対方位角を計算することができる。

【0065】

最終的に移動端末間の当初の相対位置関係を取得するために、ステップS220で、各種の相対距離計算方法を用いて移動端末間の相対距離を計算し、当初の相対距離とする。

【0066】

現在、良く使われる相対距離計算方法の技術には、主に、受信信号強度 (RSSI)、タイムオブフライト (TOF)、到達時間差 (TDOA)、到来方向 (AOA)、到達位相差 (POA) 等に基づく距離測定技術が含まれる。

30

【0067】

RSSIに基づく距離測定技術の主な考え方は、任意の二つのノード (或いは、移動端末と言う) 間の距離の推定を、受信信号の強度を基に実現することである。現在、ワイアレスフィデリティ (WiFi)、ローエナジブルーツ (BLE)、ジグビー・プロトコル (ZigBee)、そして超ブロードバンド (UWB) 通信システム等、多くの無線技術がこの方法を用いている。便利な特長があるので、この技術はスーパー或いは図書館に広く応用されているが、距離測定の基礎である無線信号の信号強度が、環境の影響を受けやすい。

40

【0068】

TOFに基づく距離測定技術の主な考え方は、任意の二つのノード間の距離の推定を、無線信号の伝播時間を基に実現することである。具体的には、当該技術では、発信ノードが信号を発信し、受信ノードが信号を受信し、信号の発信ノードから受信ノードまでの伝播時間を測定する。この方法の精度は無線ネットワークの同期精度と、受信ノードの計時精度で決まる。例えば、発信信号には電磁波信号、或いは音声信号が含まれる。この他、この方法は無線ネットワークの同期情報の伝送を必要とし、そのため実際の応用では、代わりに、以下に紹介するTDOA方式で実現することもできる。

【0069】

TDOAに基づくこの方法は、また、TDOA距離測定とTDOA位置特定に分かれる。TDOA距離測

50

定は、二つの異なる信号の到達時間差を利用して二つのノード間の相互距離を計測する。例えば、前記信号には、高周波（RF）信号や超音波信号を含むことができる。TDOA位置特定は、一つの信号の二つの受信ノードまでの時間差を使って発信ノードの位置を特定する。この方法は無線ネットワークの同期過程を必要とせず、使用に便利で精度が高いため、室内での位置特定、特に実験室での研究に広い応用が得られている。しかし、無線信号が環境要素の影響を受けやすいので、この方法は何かと実験室プロトタイプや研究段階にある。

【0070】

AOAに基づく距離測定技術の主な考え方は、無線信号が二つの受信ノードに至る角度に基づいて距離測定を行うものである。この方法は精度が高いものの、信号到来角度の測定に用いる無線信号のアンテナ群の設計に難点があり、このため、この方法もTDOA同様、未だ実験室プロトタイプや研究段階に留まっている。

10

【0071】

POAに基づく距離測定技術の主な考え方は、二つの異なる信号の位相差に基づき距離を測定するものである。当該技術は計時器の精度に依存する必要がないので、比較的高い距離測定精度を有する。例えば、前記信号は位相の異なる二つの信号であり、この技術は既に実際の製品に応用されている。

【0072】

以下、TOFに基づく距離測定技術を例に、移動端末間の当初の相対距離を計算する過程を説明する。

20

【0073】

第一例で、当該ステップS220には、前記第一移動端末が前記第一信号の発信を完了した発信完了時刻を取得すること、前記第二移動端末が前記第一信号の受信を開始した受信開始時刻を取得すること、前記第二移動端末が前記第一信号を処理する処理操作タイムラグを取得すること、ならびに、少なくとも、前記発信完了時刻、前記受信開始時刻、前記処理操作タイムラグ、及び前記第一信号の伝播速度により、前記当初の相対距離を計算することを含むことができる。

【0074】

具体的には、当該第一信号は、相対方位角計算方法を実現するために第一移動端末から前記第二移動端末に向けて発信される、ドップラー効果の影響を受けることのできる第一信号である。例えば、当該第一信号は、第一移動端末から前記第二移動端末に向けて発信された音声信号であり、それは周波数が20ヘルツ（Hz）から20000Hzまでの間に位置する可聴音波、周波数が20Hzより低い低音波、及び/或いは周波数が20000Hzより高い超音波を含むことができる。

30

【0075】

例えば、第一信号の二つの移動端末間の伝播時間を取得するため、第一移動端末が、第二移動端末との間の相対方位角を計算するために、前記第二移動端末に向けて第一信号を発信した後、当該第一信号の、第一移動端末の場所での発信完了時刻を取得することができる。続いて、当該第一信号が第二移動端末に到達した時、当該第一信号の第二移動端末の場所での受信開始時刻を取得することができる。また、第一信号の発信完了時刻と第一信号の受信開始時刻の間のタイムラグを、第一信号の二つの移動端末間の伝播時間に近づけるようにする。

40

【0076】

しかし、一方において、当該発信完了時刻は第一移動端末だけが知るものであり、当該受信開始時刻は第二移動端末だけが知るものなので、両者間の相対距離を計算するためには、必ず二つの移動端末間で当該時間情報を同期させる必要があり、これは疑いなく、ノードの操作の負担となる。更に重要なことは、他方で、第一信号が二つの移動端末間で伝送される時に、ドップラー効果の影響を受ける可能性があり、第二移動端末の受信した無線信号の受信周波数に誤差を出現させ、これによって当該無線信号の受信時刻に誤差を引き起こしてしまうことがあるため、必ずドップラー効果の原理を利用して、このような不

50

正確な受信時刻の補正と、伝播時間の補正をしなければならず、このようにして、到達時間差 (TDOA) アルゴリズムに基づいて二つのノード間の距離を測定し、より正確な距離を計算で得ることができる。しかし、背景技術で説明したように、補正操作時に、受信周波数に対する正しい補正值を正確に確定できず、このため相対方位角の計算操作の正確性に影響を与える可能性がある。

【0077】

上記問題を解決するために、第二例では、前記第二移動端末が、前記第一信号の受信を開始した受信開始時刻を取得する代わりに、第二移動端末に、第一信号を受信した後、更に前記第一移動端末に向けて第二信号を発信させるようにし、その後、前記第一移動端末が前記第二信号の受信を開始した受信開始時刻を取得し、第一信号の第一移動端末での発信完了時刻と、第二信号の第一移動端末での受信開始時刻を利用して、第一信号の二つの移動端末間の伝播時間を推定する。

10

【0078】

この場合、ステップS220には、前記第一移動端末が前記第一信号の発信を完了した発信完了時刻を取得すること、前記第一移動端末が第二信号の受信を開始した受信開始時刻を取得し、前記第二信号は前記第二移動端末が前記第一信号を受信した後、前記第一移動端末に向けて発信した信号であること、前記第二移動端末が前記第一信号を処理し、処理結果により前記第二信号を生成し発信する処理操作のタイムラグを取得すること、ならびに、少なくとも、前記発信完了時刻、前記受信開始時刻、前記処理操作タイムラグ、ならびに前記第一信号と前記第二信号の伝播速度により、前記当初の相対距離を計算することを

20

【0079】

具体的には、当該第二信号は、例えば、音声信号、電磁波信号、光信号等、如何なる種類の信号でも良い。

【0080】

例えば、当該第二信号は、第一信号と同じ類型を有しても良い。例えば、当該第一信号と当該第二信号は、共に音声信号に属しても良い。この場合、第一信号の第一移動端末での発信完了時刻と、第二信号の第一移動端末での受信開始時刻との間のタイムラグは、近似的に、第一信号の二つの移動端末間の伝播時間の2倍と、前記第二移動端末が前記第一信号を処理し、処理結果により前記第二信号を生成し発信する処理操作のタイムラグを含んでいる。このようにして、発信完了時刻と受信開始時刻間のタイムラグから処理操作のタイムラグを除去して、結果を2で割ることにより、第一信号の二つの移動端末間の伝播時間を取得することができる。

30

【0081】

相対距離の計算過程を早めるために、代わりに、当該第二信号に、第一信号と異なる類型をもたせ、その伝播速度を第一信号より遙かに早くすることができる。例えば、当該第二信号は、電磁波信号でも良い。この場合、第二信号の伝播速度が非常に速いので、当該第二信号の二つの移動端末間の伝播時間は無視できる。このため、第一信号の第一移動端末での発信完了時刻と、第二信号の第一移動端末での受信開始時刻との間のタイムラグは、近似的に、第一信号の二つの移動端末間の伝播時間と、前記第二移動端末が前記第一信号を処理し、処理結果により前記第二信号を生成し発信する処理操作のタイムラグを含んでいる。このようにして、発信完了時刻と受信開始時刻の間のタイムラグから処理操作のタイムラグを除去することにより、第一信号の二つの移動端末間の伝播時間を取得することができる。

40

【0082】

更に進んで、当該第二信号に以下の電磁波信号を選択すると、それは開放型システム間相互接続 (OSI) の7層の通信プロトコルの中の物理層 (それほど高くない層) のデータを含むことができる。このように、物理層データの、複雑な上層プロトコル処理 (例えば、(ルート) パッケージ、アンパッケージ操作) を経る必要のない過程であるため、その処理速度は非常に早く、処理のタイムラグはほとんど無視できる。このため、第一信号の

50

第一移動端末での発信完了時刻と、第二信号の第一移動端末での受信開始時刻との間のタイムラグには、近似的に、第一信号の、二つの移動端末間の伝播時間、ならびに、前記第二移動端末が前記第一信号を処理する処理操作のタイムラグを含むことができる。このようにして、発信完了時刻と受信開始時刻の間のタイムラグから処理操作のタイムラグを除去し、第一信号の二つの移動端末間の伝播時間を取得することができる。

【0083】

以上、無線通信システム10が、内部に第一移動端末と第二移動端末の二つのノードだけを含むと言う簡単な場合で、本発明の実施例による相対方位角計算方法と相対位置特定方法を説明した。しかし、実際の場合には、無線通信システム10の中に、図1に図示するように、同時に通信している複数の移動端末を含む可能性がある。多くの移動端末が、同時に発信と受信を行う場合、ある一つの受信端末が、複数の発信端末から来る信号を同時に受信し、これにより、測定しようとする距離に関する特定の発信端末から来る信号が、干渉を受ける可能性がある。

10

【0084】

当該状況に対しては、以下のステップ、即ち、相対方位角計算方法ないし相対位置特定方法を実現するために、第一移動端末と前記第二移動端末間で第一信号、或いは第一信号と第二信号を発信する時、前記第一信号と第二信号に、共に前記移動端末の標識信号をもたせると言うステップにより克服することができる。例えば、第一移動端末がブロードキャスト方式で第一信号を発信する時は、第一信号に、その発信側移動端末（即ち、第一移動端末）の標識情報をもたせることができる。更に進んで、前記第一信号がユニキャスト或いはマルチキャストでブロードキャストでない場合は、前記第一信号に、更にその受信側移動端末（即ち、第二移動端末）の標識情報をもたせることができる。反対に、第二移動端末が第一移動端末に向けて第二信号を返信する時は、第二信号に、同時にその発信側移動端末（即ち、第二移動端末）とその受信側移動端末（即ち、第一移動端末）の標識情報をもたせることができる。

20

【0085】

より具体的には、移動端末の標識情報をもたせるために、前記第一信号は、複数の発信周波数間の様々な変化により示される前記第一移動端末の標識情報を含み、前記第二信号は、複数の発信周波数間の様々な変化により示される前記第一移動端末の標識情報と前記第二移動端末の標識情報を含むことができる。

30

【0086】

このようにして、第一信号と第二信号の中の標識情報により、受信端末は複数の発信端末から同時に受信する複数の信号の中で、特定の発信端末から来る信号を探し出し、他の発信端末から来る干渉を避けることができる。

【0087】

この場合、ステップS220で、前記第一移動端末が第二信号の受信を開始した受信開始時刻を取得するサブステップには、前記第一移動端末が前記第二信号から解析した標識情報に、前記第一移動端末の標識情報が含まれることに応じて、前記受信開始時刻を取得することを含むことができる。

40

【0088】

続いて、前記第一移動端末と前記第二移動端末間の当初相対方位角と当初相対距離を取得した後、ステップS230で、前記当初相対方位角と前記当初相対距離により、前記第一移動端末と前記第二移動端末間の当初相対位置関係、即ち、前記第二移動端末が前記第一移動端末のどの方向にあるか、ならびにどのくらい離れた所にあるかを確定することができる。

【0089】

本発明の実施例による相対位置特定方法の上記ステップでは、移動端末間で通信信号を受発信することにより相対位置特定を実現する必要があり、この信号の伝送過程で電気を大量消費し、かつ周囲の環境障害を受けやすい事は明らかである。移動端末の電力消費を節減し、移動端末の待機時間を伸ばすために、移動端末間での通信信号の持続的受発信の

50

回避を考慮し、前記第一移動端末と第二移動端末を相対位置特定した後、前記第一移動端末と第二移動端末の慣性センサーデータを利用して両者間の相対位置を追跡することができる。

【0090】

このため、一つの実施例では、ステップS230の後、当該相対位置特定方法は、前記当初の相対位置関係の確定後、第一移動端末と第二移動端末の慣性センサーデータを再取得し、再取得した慣性センサーデータにより前記第一移動端末と前記第二移動端末間の更新相対方位角を計算すること、前記当初相対距離と再取得した慣性センサーデータにより前記第一移動端末と前記第二移動端末間の更新相対距離を計算すること、ならびに、前記更新相対方位角と前記更新相対距離により前記第一移動端末と前記第二移動端末間の更新相対位置関係を推定することも含むことができる。

10

【0091】

このように、慣性センサーデータ、例えば、加速度（ならびに、これにより得られる速度）、角速度、姿勢等々の情報を利用して、当該第一移動端末と当該第二移動端末の現在の動きの方向を知り、これにより次の時間に、両者がどの相対位置に位置するか追跡することができる。

【0092】

勿論、一定時間、追跡した後に、追跡位置と実際の位置にズレを生じる可能性があり、この時は、上記の相対方位角と相対距離の測定ステップ、ならびに位置特定ステップを新たに行い、現在の正確な相対位置を再更新することができる。

20

【0093】

このため、一つの実施例では、上記ステップの後、当該相対位置特定方法は、前記更新相対位置関係の推定後、前記更新相対位置関係の累計誤差を計算すること、前記累計誤差が所定閾値以上か否かを判断すること、ならびに、前記累計誤差が前記所定閾値以上か否かに応じて、前記第一移動端末と前記第二移動端末間の当初相対方位角と当初相対距離を再計算することも含むことができる。

【0094】

これから分かることは、本発明の実施例が、未知の環境での相対位置特定過程を実現すること、即ち、移動端末が自力のみで、如何なるビーコンノードも必要とせず、二つ或いは複数の移動端末相互間の相対位置特定のニーズを実現することのできる、移動端末の相対位置特定方法を提供したということである。この他、当該相対位置特定方法は、慣性センサーデータに基づき、相対位置特定した移動端末を追跡し、低エネルギー消費で、リアルタイム相対位置特定のニーズを実現した。

30

【0095】

5. 移動端末の相対位置特定方法の具体例

以下の文中では、図5から図12までを参考にして、本発明の実施例による移動端末の相対位置特定方法の具体例を説明する。

【0096】

当該具体例では、当該相対位置特定方法が以下の応用場面、例えば会議場や展示場業界、特に、業界の展示即売会、貿易商談会、技術フォーラム等、その場でのフェイスツーフェイスのコミュニケーションを必要とする場面に応用されるものと仮定する。これらの場面では、多くの来場者の目的は、その場で関心に合う人を見つけ、フェイスツーフェイスのコミュニケーションを行い、更にはビジネス提携に結び付けることである。言い換えれば、彼らの関心を引く人が彼らにとって優先順位の高い人であり、関心のある人を見つける機会を逃したり、或いは判断を誤ったりすることは、全て来場者の経済的損失を意味する。しかし、多くの人を前にして、来場者には「関心に合う人が何処にいるのか」分からないという問題が存在するため、現場でのコミュニケーションの命中率と効率は低くなってしまふ。このような応用場面では、これらの来場者のニーズは、室内環境の全体地図ではなく、主に、関心のある人の相対位置を見つけ出すことにあり、当該位置特定システムの機能が人の動き（移動、或いは会話を含む）の影響を受けないことを要求する。現在、

40

50

大多数の室内位置特定技術は、予めビーコンノード、或いは特殊な装置の付設を必要とし、これは疑いなく非常に面倒なもので、ユーザとしての良好な体験をしてもらうことができていない。

【0097】

このため、本発明は、移動端末の無線ネットワーク中での相対位置情報を取得し、如何なる事前の付設要素も必要とせず、例えば、移動端末だけで、他の移動端末の位置情報を取得することを目的とする。つまり、本発明は、来場者自身の移動端末だけによって身近で関心を有している人を相対位置特定する機能を実現し、これにより来場者が自分の周囲の関心の合う人を見つけやすくなるため、即ち、各関心の合う人との相対位置（相対距離と相対方位角）を取得できるようにする。

10

【0098】

以下の文中で、図5を参考にして、本発明の実施例の具体例による移動端末の相対位置特定方法の全体フローチャートの例を説明する。

【0099】

図5は、本発明の実施例の具体例による、相対位置特定方法の全体フローチャートを図示した。

【0100】

図5に示すように、相対位置特定方法は、1)無線ネットワークの構築S1、2)ノード間の信号の発信と受信S2、3)ノード間の距離の計算S3、4)ノード間の方位角の計算S4、5)ノード位置の追跡S5、6)ノード位置の校正S6のステップを含むことができる。

20

【0101】

S1の過程について、本具体例では、無線ネットワークの位相構造が、例えば図1に示すような星形位相構造であると仮定する。無線ネットワーク中の主従ノード（或いは移動端末と言う）の数は変化するものであり、即ち、ノード間の役割は位置特定ニーズの変化によって変化する。無線ネットワークの位相構造に基づき、他のノードを位置特定する必要のあるノードは、自分の役割を星形ネットワーク中の主ノードに転換させ、位置特定過程を始める。位置特定過程の完了後、主ノードはネットワーク中の普通のノード（即ち、従ノード）に戻る。同時に、各ノードの慣性センサーデータがネットワーク全体でリアルタイムに共有される。例えば、無線ネットワーク技術に関する典型的代表は、ブルートゥース或いはローエナジーブルートゥース（BLE）が考えられ、これらの技術は移動端末に広く応用されている。

30

【0102】

具体的には、図1に示すように、無線ネットワーク中には、ノードNa（無線ネットワーク中で、他のノードを位置特定する必要の有るノード）を星形ネットワーク位相中の主ノードとすること、ならびにノードNb（無線ネットワーク中で、位置特定されるノード）を星形ネットワーク位相中の従ノードとすることを含む。NaとNbの役割は、無線ネットワーク中で、位置特定ニーズの変化に連れて変化する。得られる位置特定結果は相対位置特定結果であり、ノード間の相対距離はNaとNb間の距離で、相対方向角はNaの基準方向に基づく、NaとNb間の夾角である。

【0103】

S2の過程について、主ノードは第一信号としての音声信号を発信し、従ノードは当該音声信号を受信し第二信号を返信する。主ノードが発信し、従ノードが受信する第一信号を音声信号とする理由は、音声信号の速度が距離計算に、より有利だからである。信号は身分標識をもっているため、当該音声信号中で、音波周波数を基に身分標識をコード化できる。環境ノイズとドップラー効果の影響を減少するために、音声信号は、周波数の変化に従ってコード化することができる。従ノードの返信する第二信号は音声信号で良く、無線信号でも良い。ノイズの影響を減少し、データ交換率を高めるために、従ノードの返信する第二信号は、優先的に無線信号を推薦する。従ノードが受信した音声信号を返信する時、使用する無線信号は、BLE或いはWiFiフォーマットの信号が、一般に良く見られるものである。

40

50

【0104】

S3の過程について、相対距離の計算は、TOFアルゴリズムに基づいて計算して得られる。少し後で、TOFに基づくこのアルゴリズムについて詳細に説明する。

【0105】

しかし、本発明はこれに限らない。例えば、当該相対距離計算は、TDOAアルゴリズム等の他のアルゴリズムによっても計算して得られる。例えば、TDOAの距離測定は、二つの速度の異なる信号により実現することができる。通常、電磁波信号と音声信号の二つの信号を使用することができる。移動端末或いはスマートフォンに対して使用できる信号は、例えばWiFi信号、ブルートゥース信号、或いはBLE信号等の無線信号があり、他の信号にはマイクロフォンやスピーカに基づく音声信号が考えられる。

10

【0106】

S4-S5の過程について、相対方位角の計算とノード位置の追跡は、慣性センサーデータに基づく。移動端末或いはスマートフォンについては、慣性センサーデータの精度が色々である。従って、システムの位置特定精度は、主に、色々な移動端末の色々な慣性センサーの精度によって決まる。

【0107】

S6の過程について、追跡誤差が極限值を超えた時は、校正過程の実現により、正確な位置特定のニーズを完成する。

【0108】

以下、更に、当該相対位置特定方法における各操作、ならびにその中のサブ操作の時系列図を示す。

20

【0109】

図6は、本発明の実施例の具体例による、相対位置特定方法の位置特定過程の時系列図を図示した。

【0110】

図6を参考に、ノード間の信号の流れにより、一つのノードを位置特定する細目過程を示すが、当該時系列図中の一つ、或いは複数のステップは、図5のフローチャート中の一つ、或いは複数のステップに対応させることができる。

【0111】

図6に示すように、当該相対位置特定方法は、1) 複数のノード間に無線ネットワークを構築するS1、2) 主ノードNaが音声信号を利用して身分標識をコード化するS21、3) 主ノードNaが低周波コード化音声信号を発信するS22、4) 主ノードNaが発信時刻を記録するS23、5) 従ノードNbが音声信号を受信し返信するS24、6) 主ノードNaが受信時刻を記録するS25、7) 主ノードNaが返信データから来る身分標識を検査し、身分標識の確認を行うS26、8) 身分標識が確認された時に、主ノードNaがTOFアルゴリズムによりノード間の距離を計算するS3、9) 慣性センサーデータとドップラー効果に基づき、主ノードNaが、それと従ノードNbとの間の相対方位角を計算するS4、10) 共有した慣性センサーデータを基に、主ノードNaがリアルタイムで従ノードNbの位置を追跡するS5、11) 慣性センサーデータの累積誤差がシステムの位置特定誤差を超えた時、主ノードNaが従ノードNbの位置を再位置特定し、従ノードNbの位置を校正するS6のステップを含むことができる。

30

40

【0112】

続いて、図5と図6を総合的に参考にして、相対距離測定、相対方位角測定、ならびに相対位置特定、追跡及び是正を利用した具体例の原理とステップを詳細に説明する。

【0113】

具体的には、S1過程について、各移動端末が無線ネットワークを構築し、無線ネットワーク中に普通のノード(即ち、従ノード)として存在する。その後、一つのノードが他のノードを探して位置特定するニーズを有した時、それは自分の役割を主ノードNaに転換する。

【0114】

図7は、本発明の実施例の具体例による、無線ネットワーク構築過程例のフローチャー

50

トを図示した。

【0115】

例えば、図7に示した無線ネットワーク構築過程は公知のどの方式を採用しても良い。図7に示すように、当該無線ネットワーク構築過程は、以下の過程、即ち、1)無線ネットワーク全体の初期には、全てのノードが従ノードで、自分のIDをブロードキャストし、他のノードの標識符号IDをスキャンし、当該IDがノードの特性と関心のある情報を含んでいる過程(S11)、2)ある一つのノードが、スキャンした、ノードの特性や関心情報を含むIDに基づき、位置特定ニーズが生じた時(例えば、当該ID中の関心が相互に一致することを発見したため、当該IDを発信したそのノードの位置を探し出したいと思った時)、その役割が主ノードに切り替わり、関心をもたれたノードの役割は依然、従ノードのままである過程(S12)、3)従ノードが他の主ノードと接続していない時は、主ノードが接続の構築を開始し、接続が失敗した場合は、主ノードの役割が再び従ノードに戻り(S13)、S11とS12の過程を再実行する過程、4)従ノードが接続に同意した場合は、主従ノードが接続を構築する過程(S14)、5)接続構築後、主ノードは慣性センサーデータ交換メカニズムを開始することができ(S15)、これにより、従ノードと双方の慣性センサーデータを交換することができ、このメカニズムはS2-S6全てに用いることができる過程を含む。

10

【0116】

ここで、ノードの関心は、オンラインで関心ある人を探索する使用場面に応用することができる。実際の応用では、ノードの関心情報はノードの標識符号(ID)で表すことができ(例えば、色々なノードIDで色々な関心情報を表示する)、或いはノードIDと関係する他の特徴値で表すこともできる(例えば、色々な特徴値で色々な関心情報を表示し、当該特徴値は対応するノードIDと相関する)。勿論、当該例で設置した関心情報は、関心ある人、或いは似た関心のある人を探し出す場面に応用するためのものに過ぎないが、本発明の実施例の、ドップラー効果、距離測定、ノード位置特定、ノード位置追跡、ノード位置是正等の実施方式は、関心情報を考慮しない他の場面にも応用することができる。勿論、上記主従ノードの設置と接続開始のステップはただの例で、必ずそうしなければならないと言うものではなく、発意者と受動受信者間の関係をより便利に説明するため、或いは色々なノードを区別するためのものに過ぎない。実際には、公知の他の無線ネットワーク構築方式を使っても、移動端末を含む無線ネットワークを構築することができる。

20

【0117】

続いて、図6のS21-S26の過程全体として、図5のS2の過程に対応する事ができる。

30

【0118】

S21-S23の過程について、他のノードを位置特定する必要のある主ノードNaが音声信号をコード化して発信し、発信時刻を記録する。

【0119】

具体的には、一つのノードが、他のノードを探し出して位置特定する必要のある時、自分の役割を主ノードNaに転換する。それから、主ノードNaは自分のノード標識により、音声信号をコード化する。続いて、当該主ノードNaは位置特定過程を開始し、音声信号を他の従ノードNbに発信する。最後に、主ノードNaがコード化された音声信号の発信を完了した後、発信時刻 t_{a_s} を記録する。

40

【0120】

例えば、上記音声信号をコード化する過程は、主ノードNaが自分の身分標識に従って、周波数変化により標識データをコード化することを意味する。例えば、周波数の下降/上昇によりビット0を表し、周波数の上昇/下降によりビット1を表す。

【0121】

図8は、本発明の実施例の具体例による、周波数変化に基づくコード化方法の概念図を図示した。

【0122】

図8に示すように、主ノードNaは、 f_1 から f_2 への周波数変化を発信しビット0を表し、 f_2 から f_1 への周波数変化を発信しビット1を表す。コード化する周波数帯は、大多数の移動

50

端末（スマートフォン）のマイクやスピーカの周波数帯で決まり、一般には20Hzから20KHzまでである。低周波音声信号は障害物をバイパスする特性があるので、コード化過程では、20Hzと30Hzの高低二つの周波数を優先的に使うことができる。発信周波数が20Hz或いは30Hzなので、周波数偏移を用いて二つの移動端末が近づきつつあるか、離れつつあるかを確定することができ、この判断は後の方位角計算に用いることができる。

【0123】

主ノードNaが音声信号を発信する時、周囲の従ノードの存在有無や、従ノードの個数が分からない可能性があるので、当該主ノードは、例えばブロードキャスト方式によりコード化後の音声信号を発信することができる。

【0124】

一つの実施例では、主ノードNaが音声信号をコード化し発信する操作タイムラグ T_{ss} は、音声信号をコード化する周波数 f と、主ノードNaの身分標識データのビット数 N_{ID} 等の要素で決めることができ、公式2に示すとおりである。

【数2】

$$T_{ss} = N_{ID} \times N_f \times 1/f_n \times N_{pulse} \quad \text{公式(2)}$$

【0125】

このうち、 T_{ss} は主ノードNaが、音声信号に基づき、ノード標識全体をコード化して発信するタイムラグ、 N_{ID} は主ノードNaの身分標識データのビット数、 N_f は幾つかの周波数パルスによりNa身分標識データ中に表した各ビット、 f_n は音声信号コードの平均周波数、 N_{pulse} は各コードのビットについて発信した音声信号のパルス数である。

【0126】

例えば、主ノードNaの標識符号を001と仮定すると、20Hzと30Hzを利用した二つの周波数間の変化は、それぞれビット0或いは1と標記され、冗長コードを実現しエラーコード率を下げるために、主ノードの標識符号を4回繰り返す、言い換えれば、周波数変化を含む音声信号により、標識符号0000、0000、1111とコード化する。

【0127】

この時、当該主ノードの発信する音声信号には、周波数30Hzの20Hzへの降下、周波数30Hzの20Hzへの降下、周波数30Hzの20Hzへの降下、周波数30Hzの20Hzへの降下、周波数30Hzの20Hzへの降下、周波数30Hzの20Hzへの降下、周波数30Hzの20Hzへの降下、周波数20Hzの周波数30Hzへの上昇、周波数20Hzの周波数30Hzへの上昇、周波数20Hzの周波数30Hzへの上昇、周波数20Hzの周波数30Hzへの上昇が含まれる。

【0128】

また、公式(2)により、以下が算出できる。

【数3】

$$T_{ss} = 3 \times 2 \times \frac{1}{(20+30)/2} \times 4 = 0.96 \text{ 秒}$$

【0129】

S24とS25の過程について、主ノードNaは、色々なNbから来る色々な返信を受信する。記録した受信時刻とNbを一対一に対応させる。色々な受信時刻を基に、主ノードNaは、色々なノードNbの位置を一回、位置特定することができる。

【0130】

具体的には、従ノードNbが音声信号を受信し、主ノードNaに返信する部分（即ちS24）は、更に以下のステップで組成することができ、図6に示すとおりである。

【0131】

先ず、無線ネットワーク中のある一つの従ノードNbがコード化された音声信号を受信する。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 2 】

続いて、従ノードNbが、主ノードと同じ周波数変化に従って音声信号を解読し、主ノードNaの身分標識を取得する。

【 0 1 3 3 】

主ノードは周波数変化を使って音声信号をコード化しているので、例えば、当該音声信号が、発信端ノードと受信端ノードの相対運動によって周波数偏移を生じても、受信端は引き続き正確な周波数変化を識別することができる。具体的には、受信端で受信した音声信号は、相互に接近するドップラー効果により周波数の上昇を現わす可能性があるが、音声信号中で周波数30Hzが20Hzに降下することによりビット0が表示され、周波数20Hzが30Hzに上昇することによりビット1が表示されるので、例えば受信端で受信した音声信号が周波数32Hzから22Hzに降下するように変更しても、これは周波数の降下と判断して、引き続きそれはビット0を表すと判断でき、例えば受信端で受信した音声信号が周波数22Hzから32Hzに上昇するように変更しても、これは周波数の上昇と判断して、引き続きそれはビット1を表すと判断できる。同様に、受信端で受信した音声信号は、相互に遠ざかるドップラー効果により周波数の降下を現わす可能性があるが、音声信号中で周波数30Hzが20Hzに降下することによりビット0が表示され、周波数20Hzが30Hzに上昇することによりビット1が表示されるので、例えば受信端で受信した音声信号が周波数28Hzから18Hzに降下するように変更しても、これは周波数の降下と判断して、引き続きそれはビット0を表すと判断でき、例えば受信端で受信した音声信号が周波数18Hzから28Hzに上昇するように変更しても、これは周波数の上昇と判断して、引き続きそれはビット1を表すと判断できる。

10

20

【 0 1 3 4 】

その後、従ノードNbは主ノードNaの身分標識と自分の身分標識をパックし、無線信号で、パックしたデータを主ノードNaに発信する。

【 0 1 3 5 】

これに応じて、主ノードNaはデータパックを受信し、主ノードNaと従ノードNbの身分情報を取得し、当該身分情報を判断する。

【 0 1 3 6 】

主ノードNaの受信した身分標識が主ノードNaの発信した身分標識と等しければ、主ノードNaはデータパックの受信時刻 t_{ar} を記録する。

【 0 1 3 7 】

このうち、従ノードNbが音声信号を解読するタイムラグ T_{sr} は、音声信号の周波数と主ノードNaの身分標識データのビット数で決まり、それは主ノードNaが音声信号をコード化し発信する操作のタイムラグ T_{ss} に類似し、計算方法は公式(2)に示すとおりである。この他、従ノードNbが受信データをパックし、主ノードNaまで発信するタイムラグ T_{ws} 、ならびに主ノードNaがデータを受信し解読するタイムラグ T_{wr} は、無線ネットワークで決まるため、物理層データにある場合は、タイムラグ T_{sr} に比べて、タイムラグ T_{ws} とタイムラグ T_{wr} は無視できる。

30

【 0 1 3 8 】

S26の過程について、主ノードNaが身分標識を確認するのは、従ノードNbの、主ノードNaから来る正確な信号の受信を確保し、正確な処理と返信を行うためである。この過程は、環境ノイズと、他の位置特定ノードから来る干渉を減少する。再認証過程中に身分標識のエラー問題が起きた場合は、Naは記録した時間データを破棄し、もう一度、位置特定過程を始める。

40

【 0 1 3 9 】

S3の過程について、相対距離の計算は、TOFアルゴリズムに基づいて計算して得られる。

【 0 1 4 0 】

図9は、本発明の実施例の具体例による、TOF距離測定原理に基づくタイムラグ補正過程のタイムラグ概念図を図示した。

【 0 1 4 1 】

50

図9に示すように、タイムラグ補正過程の総タイムラグには、1) 主ノードNaが、自分の身分標識に基づいて音声信号をコード化し発信するタイムラグ T_{ss} 、2) 音声信号の、主ノードNaから従ノードNbまでの伝播タイムラグ T_{sp} 、3) 従ノードNbが音声信号を受信し処理するタイムラグ T_{sr} 、4) 従ノードNbが無線信号をパックし、発信するタイムラグ T_{ws} 、5) 主ノードNaが無線信号を受信するタイムラグ T_{wr} を含むことができる。上述のとおり、無線信号が物理層に対応する信号である場合は、タイムラグ T_{ws} とタイムラグ T_{wr} は無視することができる。

二つのノード間の距離が、以上のタイムラグから計算して得られることは明らかである。また、距離計算の精度は、主に計時器の精度と無視された信号処理時間で決まる。

【0142】

具体的には、主ノードNaによる、従ノードNbとの間の距離の計算は、音声信号のTOF (タイムオブフライト) を基にすることができ、図6に示すとおりである。音声信号の伝播タイムラグ T_{sp} は、 T_{ss} 、 T_{sr} 、 T_{ws} 、及び T_{wr} で決まる。本具体例では、計時点 t_{as} が T_{ss} の右にあり、即ち、発信完了時刻であるので、タイムラグ補正過程の本当の総タイムラグは、公式(3)に示すとおりとなる。

【数4】

$$T_{count} = t_{as} - t_{ar} = T_{sp} + T_{sr} + T_{ws} + T_{wr} \quad \text{公式(3)}$$

【0143】

このうち、 T_{count} は計時点 t_{as} から計時点 t_{ar} までの時間差で、主ノードNaから音声信号を発信し、無線信号を受信するまでのタイムラグを表し、 T_{ss} は主ノードNa中の音声信号のコード化処理と発信のタイムラグ、 T_{sp} は音声信号が主ノードNaと従ノードNb間にある伝播タイムラグ、 T_{sr} は従ノードNbが音声信号を受信し処理するタイムラグ、 T_{ws} は従ノードNbが無線信号をパックし発信するタイムラグ、 T_{wr} は主ノードNaが無線信号を受信しパックを解くタイムラグである。

【0144】

これから、以下の公式(4)により、主ノードNaと従ノードNb間の距離を計算することができる。

【0145】

$$d_{12} = v \times T_{sp} = v \times (T_{count} - T_{sr} - T_{ws} - T_{wr}) \quad \text{公式(4)}$$

このうち、 d_{12} は主ノードNaと従ノードNb間の距離、 v は音声速度、 T_{sp} は音声信号の伝播タイムラグ、 T_{count} は主ノードNaが音声信号を発信してから無線信号を受信するまでの間のタイムラグ、 T_{sr} は音声信号を受信し処理するタイムラグ、 T_{ws} は無線信号をパックし、発信するまでのタイムラグ、 T_{wr} は主ノードNaが無線信号を受信しパックを解くまでのタイムラグである。

【0146】

上記公式(3)と公式(4)で、 T_{sr} 、 T_{ss} 、無線信号が物理層に対応する信号であれば、 T_{ws} 、 T_{wr} 0である。この他、図9に示すように、計時点 t_{as} が T_{ss} の左にあれば、即ち、それが発信開始時刻であれば、タイムラグ補正過程の本当の総タイムラグは、公式(3)の等号の右側の各項以外に、更に T_{ss} も含む必要がある。

【0147】

説明を要することは、本具体例では、TOFアルゴリズムに基づく相対距離の計算を例にして説明した。しかし、本発明はこれに限らない。例えば、受信信号強度(RSSI)、到達時間差(TDOA)、到来方向(AOA)、到達位相差(POA)等に基づく他の距離測定技術を使って実現することができる。

【0148】

図10は、本発明の実施例の具体例による、TDOA距離測定原理に基づく相対距離測定概念図を図示した。

【0149】

10

20

30

40

50

図10に示すように、従ノードが一定時間内に発信する第一信号と、伝播速度が第一信号より早い、対応する第二信号の発信時刻、ならびに主ノードにある受信時刻により、到達時間差 (TDOA) アルゴリズムを利用して当該時間の当該主ノードと従ノード間の相対距離を推定する。

【0150】

一つの実施例では、第一信号は音声信号であり、第二信号は無線信号である。音声信号の速度は無線信号の速度より遅く、無線信号は速度が速いので発信端と受信端での時刻誤差と解読誤差が比較的小さくなるため、無線信号の発信時刻をTDOAの発信時刻の基準とし、同時に、無線信号の解読で得られた標識符号を基準標識符号として、音声信号の解読で得られた標識符号とマッチングする。TDOAに基づく距離測定原理は、当業者には既に熟知されているところなので、ここではその詳細説明は省略する。

10

【0151】

S4の過程について、主ノードNaと従ノードNbとの間の方位角計算は、慣性センサーデータとドップラー効果を基にすることができる。

【0152】

図11は、本発明の実施例の具体例による、方位角計算操作の原理図を図示した。

【0153】

それは、図11を参考に、ドップラー効果と慣性センサーデータに基づきノード方位角を計算する過程を示している。

【0154】

20

図11に示すように、ノードの慣性センサーデータはベクトルであり、大きさと方向をもつ。このうち、方向の位置特定は、地磁気の北極を基準の絶対角度とし、北から南に時計回りの回転を正とする。このため、主ノードNaから従ノードNbへの方位角は、主ノードNaの絶対方向を基準とするものを指しても良い。ノード(或いは、移動端末と言う)は、一般に、スマートフォンであり、その中に装備したジャイロスコープ、加速度器等の慣性センサーは、慣性センサーデータの取得に便利で、移動端末の絶対方向、移動端末の速度 v 、速度の絶対方向 v_s 等を含む。これらのベクトルと数値は、後の方位角計算で用いられる。

【0155】

具体的には、ドップラー効果の確定は、音声信号の周波数で決まり、図3に示すように、従ノードNbの受信した音声信号が周波数偏移を生じる時、従ノードNbは、周波数偏移により、主ノードNaに接近しているか、或いは離れつつあるかを判断することができる。

30

【0156】

従ノードNbが、受信した周波数が設定された主ノードNaの発信周波数より大きい時は、従ノードNbが主ノードNaに近づいており、公式(5)に示すとおりである。

【数5】

$$f' = f \times \frac{v + v_0}{v - v_s} \quad \text{公式(5)}$$

40

【0157】

従ノードNbが、受信した周波数が設定された主ノードNaの発信周波数より小さい時は、従ノードNbが主ノードNaから遠ざかっており、公式(6)に示すとおりである。

【数6】

$$f' = f \times \frac{v - v_0}{v + v_s} \quad \text{公式(6)}$$

【0158】

このうち、 f' は従ノードNbの受信した音声信号の周波数、 f は主ノードNaの発信した音声信号の周波数、 v は音声速度、 v_0 は従ノードNbの移動速度、 v_s は主ノードNaの移動速度

50

である。

【 0 1 5 9 】

この他、相対方位角計算を実現するために、無線ネットワーク中の全てのノードは、一定の周期ごとに各自の慣性センサーデータを交換することができる。慣性センサーデータには、ノードの移動速度 v とノードの絶対方位角（地磁気北極に相対する）を含むことができる。慣性センサーデータはベクトルであり、数値と方向を含む。方向は地磁気の北極に基づく絶対方位角の方向である。主ノードNaと従ノードNb間の方位角 α_{12} は、主ノードNaの絶対方位角に基づく相対夾角である。

【 0 1 6 0 】

これにより、慣性センサーデータとドップラー効果に基づき、主ノードNaと従ノードNb間の方位角 α_{12} は、公式(7)、公式(8)、公式(9)及び公式(10)により算出することができ、図8に示すとおりである。

【 数 7 】

$$f' = f \times \frac{v \pm v_0}{v \mp v_s} \quad \text{公式(7)}$$

【 数 8 】

$$v_0 = v_2 \times \cos(\alpha_{21} + \theta_2 - \theta_{2v}) \quad \text{公式(8)}$$

【 数 9 】

$$v_s = v_1 \times \cos(\alpha_{12} + \theta_1 - \theta_{1v}) \quad \text{公式(9)}$$

【 数 1 0 】

$$(\alpha_{21} + \theta_2) + (\alpha_{12} + \theta_1) = \pi \quad \text{公式(10)}$$

【 0 1 6 1 】

このうち、 f' は従ノードNbが受信した音声信号の周波数、 f は主ノードNaが発信した音声信号の周波数、 v は音声速度、 v_0 は従ノードNbの移動速度、 v_s は主ノードNaの移動速度、 v_1 は主ノードNaの移動速度ベクトル、 v_2 は従ノードNbの移動速度ベクトル、 α_{12} は主ノードNaに基づく従ノードNbの相対方位角、 α_{21} は従ノードNbに基づく主ノードNaの相対方位角、 θ_1 は主ノードNaの絶対方向、 θ_2 は従ノードNbの絶対方向、 θ_{1v} は主ノードNaの速度ベクトル v_1 の方向、 θ_{2v} は従ノードNbの速度ベクトル v_2 の方向である。

【 0 1 6 2 】

公式(8)と公式(9)を公式(7)に代入し、それを公式(10)と連立させて解を求めることにより、主ノードNaの従ノードNbへの方位角 α_{12} 、及び/或いは従ノードNbの主ノードNaへの方位角 α_{21} が得られる。

【 0 1 6 3 】

S5の過程について、主ノードNaが、それと従ノードNbとの間の相対距離と相対方位角を算出した後、主ノードNaは上記二つの変量により、それと従ノードNbとの唯一の相対位置関係を確定することができ、その後、更に、共有した慣性センサーデータを基に、リアルタイムで従ノードNbの位置を追跡することができる。

【 0 1 6 4 】

図12は、本発明の実施例の具体例による、慣性センサーデータに基づくノード位置追跡の原理図を図示した。

【 0 1 6 5 】

図12を参考に、無線ネットワーク全体で共有する慣性センサーデータに基づき、リアル

タイムで、各ノード間の相対距離と相対方位角を計算することができ、頻繁に音声信号及び/或いは無線信号を発信する必要がない。追跡周波数は、主に慣性センサーデータの共有速度を基にしており、同時に、システムの位置特定精度を決める重要な要素でもある。この他、システムの精度を決定付けるもう一つ別の重要な要素は、慣性センサーの精度である。

【 0 1 6 6 】

主ノードNaによる従ノードNbの位置の追跡は、更に以下のステップで構成され、図12に示すとおりである。

【 0 1 6 7 】

先ず、位置特定過程が完了した後、相対距離と相対方位角に基づき、主ノードNaが従ノードNbの位置を特定することができる。

10

【 0 1 6 8 】

その後、無線ネットワーク全体の中で慣性センサーデータを交換することにより、主ノードNaは従ノードNbの移動情報を得ることができる。

【 0 1 6 9 】

続いて、位置情報と、主ノードNaと従ノードNbから来る、リアルタイムで更新される慣性データに基づき、主ノードNaは従ノードNbの方位角を更新し、これは公式(11)、公式(12)及び公式(13)に示すとおりである。

【数 1 1】

$$\alpha'_{12} + \Delta\alpha = \alpha_{12} + \Delta\theta_1 \quad \text{公式(11)}$$

20

【数 1 2】

$$\alpha'_{21} + \Delta\alpha = \alpha_{21} + \Delta\theta_2 \quad \text{公式(12)}$$

【 0 1 7 0 】

【数 1 3】

$$(\alpha'_{21} + \theta'_2) + (\alpha'_{12} + \theta'_1) = \pi \quad \text{公式(13)}$$

30

【 0 1 7 1 】

このうち、 α'_{12} は追跡更新後の、主ノードNaに基づく、従ノードNbの相対方位角、 α'_{21} は追跡更新後の、従ノードNbに基づく、主ノードNaの相対方位角、 $\Delta\alpha$ は追跡更新前後の相対方位角の変化量、 $\Delta\theta_1$ は位置変化後の主ノードNaの絶対方向、 $\Delta\theta_2$ は位置変化後の従ノードNbの絶対方向、 θ_1 は位置変化前後の主ノードNaの絶対方向の変化量、 θ_2 は位置変化前後の従ノードNbの絶対方向の変化量である。

【 0 1 7 2 】

公式(11)から公式(13)までを連立させ解を求めることにより、追跡更新後の相対方位角 α'_{12} と α'_{21} 、ならびに方位角変化量 $\Delta\alpha$ を取得することができる。

40

【 0 1 7 3 】

同じ理由で、位置情報と、主ノードNaと従ノードNbから来る、リアルタイムで更新される慣性データに基づき、主ノードNaは従ノードNbの距離を更新することができ、これは公式(14)、公式(15)、公式(16)及び公式(17)に示すとおりである。

【数 1 4】

$$d'_{12}|_{ah} = d_{12} + \left(\int v_1 \times \cos(\alpha_{12} + \theta_1 - \theta_{1v}) dt - \int v_2 \times \cos(\alpha_{21} + \theta_2 - \theta_{2v}) dt \right) \quad \text{公式(14)}$$

【数 15】

$$d'_{12}|_{av} = \int v_1 \times \sin(\alpha_{12} + \theta_1 - \theta_{1v}) dt - \int v_2 \times \sin(\alpha_{21} + \theta_2 - \theta_{2v}) dt \quad \text{公式(15)}$$

【数 16】

$$d'_{12}{}^2 = d'_{12}|_{ah}{}^2 + d'_{12}|_{av}{}^2 \quad \text{公式(16)}$$

【数 17】

$$\tan \Delta\alpha = \frac{d'_{12}|_{av}}{d'_{12}|_{ah}} \quad \text{公式(17)}$$

10

【0174】

このうち、 d'_{12} は慣性センサーデータにより追跡した距離値、 d_{12} は位置特定過程により測定した距離値、 $d'_{12}|_{ah}$ は12の水平方向上で変化した距離、 $d'_{12}|_{av}$ は12の垂直方向上で変化した距離、 α_{12} は主ノードNaに基づく従ノードNbの相対方位角、 α_{21} は従ノードNbに基づく主ノードNaの相対方位角、 v_1 は主ノードNaの移動速度ベクトル、 v_2 は従ノードNbの移動速度ベクトル、 θ_1 は主ノードNaの絶対方向、 θ_2 は従ノードNbの絶対方向、 θ_{1v} は主ノードNaの速度ベクトル v_1 の方向、 θ_{2v} は従ノードNbの速度ベクトル v_2 の方向、 $\Delta\alpha$ は追跡更新前後の相対方位角の変化量である。

20

【0175】

公式(14)の結果と公式(15)の結果を、公式(16)と公式(17)に代入し、連立させて解を求めることにより、追跡更新後の主ノードNaの従ノードNbまでの相対距離を取得することができる。

【0176】

S6の過程について、追跡誤差を判断し、追跡誤差が極限を超えたら、主ノードNaはもう一度、信号発信操作を開始し、Nbの位置を校正することができる。

【0177】

具体的には、NaによるNbの位置の矯正は、更に以下のステップで構成され、図5に示すとおりである。

30

【0178】

主ノードNaは、慣性センサー累積誤差が位置特定誤差を超えたか否かを検出する。慣性センサー累積誤差が位置特定誤差を超えた場合は、主ノードNaは位置特定過程をもう一度始め、Nbの相対位置を取得する。そうでない場合は、主ノードNaは従ノードNbの位置変化の追跡を継続し、位置特定誤差と慣性センサー累積誤差を検出する。

【0179】

例えば、上記位置特定誤差は、経験値或いはシミュレーション値で出して良い。

【0180】

このことから、本発明の実施例の具体例が、移動端末の相対位置特定方法を提供し、それは主に、位置特定と追跡分野に関係していることが分かる。より具体的には、当該相対位置特定方法は、無線ネットワーク中で、TOFアルゴリズムに基づき測定し、ノードの相対距離値を取得し、ドップラー効果と慣性センサーデータに基づきノード間の相対方位角を計算し、これにより相対位置特定結果を取得する。この他、当該慣性センサーデータは、ノード位置の追跡過程にも用いることができる。この相対位置特定方法は、よく見かける移動端末で実現でき、ビーコンノード、固定装置、或いは補助パラメータを必要としないため、位置特定方案の実現はコストが安く、現実の実現性が高い。

40

【0181】

6. 相対方位角の計算装置

本発明の実施例は、一つの相対方位角計算装置によっても実施することができる。前記

50

相対方位角計算装置は、特定環境における第一移動端末と第二移動端末間の相対方位角の推定に用いることができる。

【0182】

以下の文中では、図13を参考に、本発明の実施例による相対方位角計算装置の機能配置図を説明する。

【0183】

図13は、本発明の実施例による相対方位角計算装置の機能配置ブロックチャートを図示した。

【0184】

図13に示すように、当該相対方位角計算装置100は、慣性データ取得ユニット110、発信周波数取得ユニット120、受信周波数取得ユニット130、及び方位角計算ユニット140を含むことができる。

10

【0185】

当該慣性データ取得ユニット110は、第一移動端末と第二移動端末の慣性センサーデータの取得に用いることができ、そこでは、前記第一移動端末は、前記第二移動端末に向けて第一信号を発信することができる。

【0186】

当該発信周波数取得ユニット120は、前記第一移動端末が前記第二移動端末に向けて前記第一信号を発信する時、前記第一信号の有する発信周波数を取得するのに用いることができる。

20

【0187】

当該受信周波数取得ユニット130は、前記第二移動端末が前記第一移動端末から前記第一信号を受信する時、前記第一信号の有する受信周波数を取得するのに用いることができ、そこでは、前記第一信号が前記第一移動端末から前記第二移動端末に発信される過程で、ドップラー効果の影響を受ける。

【0188】

当該方位角計算ユニット140は、前記慣性センサーデータ、前記発信周波数、及び前記受信周波数により、前記第一移動端末と前記第二移動端末間の相対方位角を計算するのに用いることができ、前記相対方位角は前記第一移動端末と前記第二移動端末のうちの一つの移動端末の機器の方向と、前記一つの移動端末からもう一つの移動端末までの接続線の方向との間の夾角である。

30

【0189】

一つの実施例では、当該方位角計算ユニット140は、以下の操作、即ち、前記発信周波数と前記受信周波数間の大小関係により前記ドップラー効果のタイプを判断する操作、ならびに、前記ドップラー効果のタイプに応じて、前記慣性センサーデータ、前記発信周波数、及び前記受信周波数により前記相対方位角を計算する操作の実行により、前記慣性センサーデータ、前記発信周波数、及び前記受信周波数に基づいて前記第一移動端末と前記第二移動端末間の相対方位角を計算することができる。

【0190】

具体的には、当該方位角計算ユニット140は、以下の操作、即ち、前記慣性センサーデータにより前記第一移動端末の前記接続線方向上の第一速度成分と、前記第二移動端末の前記接続線方向上の第二速度成分を計算する操作、前記第一移動端末と前記第二移動端末が互いに離れるタイプであるドップラー効果か、前記第一移動端末と前記第二移動端末が互いに接近するタイプであるドップラー効果かということが、前記ドップラー効果で決まり、前記第一速度成分と前記第二速度成分により、前記第一移動端末の前記第二移動端末に相対する第一相対方位角と、前記第二移動端末の前記第一移動端末に相対する第二相対方位角の間の第一関係を生成する操作、前記第一移動端末の第一機器の方向と、前記第二移動端末の第二機器の方向により、前記第一相対方位角と前記第二相対方位角の間の第二関係を生成する操作、ならびに、前記第一関係と前記第二関係により前記第一相対方位角及び/或いは前記第二相対方位角の解を求める操作の実行により、前記ドップラー効果のタイプ

40

50

に応じ、前記慣性センサーデータ、前記発信周波数、及び前記受信周波数により、前記相対方位角を計算することができる。

【0191】

上記の慣性データ取得ユニット110、発信周波数取得ユニット120、受信周波数取得ユニット130、及び方位角計算ユニット140の具体的機能と操作が、既に上記、図1から図12までを参考にして説明した相対位置特定方法の中で詳細に紹介されていることは明らかなので、その重複説明は省略する。

【0192】

これにより、本発明の実施例が、少なくとも二つの移動端末の慣性センサーデータと、前記移動端末間で発信する無線信号の受けるドップラー効果を利用して、二つの移動端末間の相対方位角を計算することのできる相対方位角計算装置を提供したことが分かる。言い換えれば、本発明の実施例による相対方位角計算過程は、ドップラー効果と慣性センサーデータに基づき、二つの移動端末間だけで方位角の計算を実現することができ、他の移動端末、或いは他の補助パラメータを導入する必要がない。このため、本発明の実施例による相対方位角計算方法は、移動端末間で発信する無線信号の受けるドップラー効果を利用して、二つの移動端末間の相対方位角を直接、計算することができ、如何なる初期条件も必要としない。

10

【0193】

7. 相対位置特定設備

この他、本発明は、相対位置特定設備に応用して、相対方位角と相対距離に基づき、移動端末間の相対位置を確定するのに用いることができる。

20

【0194】

以下の文中では、図14を参考に本発明の実施例に基づく相対位置特定設備の機能構造を説明する。

【0195】

図14は、本発明の実施例による相対位置特定設備の機能構造図を図示した。

【0196】

図14に示すように、当該相対位置特定設備200は、当初方位角計算装置210、当初距離計算装置220、及び当初位置特定装置230を含むことができる。

【0197】

当該当初方位角計算装置210は、前記第一移動端末と前記第二移動端末間の当初相対方位角を計算するのに用いることができる。

30

【0198】

当該当初距離計算装置220は、前記第一移動端末と前記第二移動端末間の当初相対距離を計算するのに用いることができる。

【0199】

当該当初位置特定装置230は、前記当初相対方位角と前記当初相対距離により、前記第一移動端末と前記第二移動端末間の当初相対位置関係を確定するのに用いることができる。

【0200】

一つの実施例では、当該当初方位角計算装置210は、本発明の実施例の相対方位角計算方法により、前記第一移動端末と前記第二移動端末間の当初相対方位角を計算するのに使用することができる。

40

【0201】

一つの実施例では、当該当初距離計算装置220は、以下の操作、即ち、前記第一移動端末が前記第一信号の発信を完了した発信完了時刻を取得する操作、前記第一移動端末が第二信号を受信した受信開始時刻を取得し、前記第二信号は前記第二移動端末が前記第一信号を受信した後、前記第一移動端末に向けて発信した信号である操作、前記第二移動端末が前記前記第一信号を処理し、処理結果により前記第二信号を生成し発信する処理操作のタイムラグを取得する操作、ならびに、少なくとも、前記発信完了時刻、前記受信開始時

50

刻、前記処理操作タイムラグ、及び前記第一信号と前記第二信号の伝播速度により、前記当初相対距離を計算する操作の実行により、前記第一移動端末と前記第二移動端末間の当初相対距離を計算することができる。

【0202】

具体的には、当該当初距離計算装置220は、以下の操作、即ち、前記第一移動端末が前記第二信号から解析した標識情報が、前記第一移動端末の標識情報を含むことに応じて、前記受信開始時刻を取得する操作の実行により、前記第一移動端末が第二信号の受信を開始した受信開始時刻を取得することができる。

【0203】

この他、前記第一信号は、複数の発信周波数間の色々な変化により示された前記第一移動端末の標識情報を含むことができ、前記第二信号は、複数の発信周波数間の色々な変化により示された前記第一移動端末の標識情報と前記第二移動端末の標識情報を含むことができる。

10

【0204】

一つの実施例では、当該相対位置特定設備200は、更新方位角計算装置240、更新距離計算装置250、及び更新位置特定装置260も含むことができる。

【0205】

当該更新方位角計算装置240は、前記当初相対位置関係の確定後、第一移動端末と第二移動端末の慣性センサーデータを再取得し、再取得した慣性センサーデータにより、前記第一移動端末と前記第二移動端末間の更新相対方位角を計算するのに用いることができる。

20

【0206】

当該更新距離計算装置250は、前記当初相対距離と再取得した慣性センサーデータにより、前記第一移動端末と前記第二移動端末間の更新相対距離を計算するのに用いることができる。

【0207】

当該更新位置特定装置260は、前記更新相対方向と前記更新相対距離により、前記第一移動端末と前記第二移動端末間の更新相対位置関係を推定するのに用いることができる。

【0208】

一つの実施例では、当該相対位置特定設備200は、前記更新相対位置関係の推定後、前記更新相対位置関係の累計誤差を計算し、前記累計誤差が所定閾値以上か否かを判断し、ならびに、前記累計誤差が前記所定閾値以上か否かに応じて、前記第一移動端末と前記第二移動端末間の当初相対方位角と当初相対距離を再計算するのに用いることのできる、再計算触発ユニット270も含むことができる。

30

【0209】

上記の当初方位角計算装置210、当初距離計算装置220、当初位置特定装置230、更新方位角計算装置240、更新距離計算装置250、更新位置特定装置260、及び再計算触発ユニット270の具体的な機能と操作が、既に上記、図1から図12までを参考にして説明した相対位置特定方法の中で詳細に紹介されていることは明らかなので、その重複説明は省略する。

【0210】

これから分かることは、本発明の実施例が、未知の環境での相対位置特定過程を実現することのできる、即ち、移動端末が自力で、如何なるビーコンノードも必要とせず、二つ或いは複数の移動端末相互間の相対位置特定のニーズを実現することのできる、移動端末の相対位置特定設備を提供したということである。この他、当該相対位置特定設備は、慣性センサーデータに基づき、相対位置特定した移動端末の追跡を完成し、低エネルギー消費で、リアルタイム相対位置特定のニーズも実現することができる。

40

【0211】

8. 移動端末

この他、本出願は、移動端末に応用して、異なる移動端末間の相対位置特定の実現に用いることもできる。

50

【0212】

図15は、本発明の実施例による移動端末のハードウェア構造ブロックチャートを図示した。

【0213】

図15を参考に、移動端末（或いは、ノードと言う）が少なくとも必要とするユニット構造を示したが、それには、ノードの動きの制御に用いる処理ユニットU1、無線ネットワークの構築に用いる無線ネットワークユニットU2、音声信号のコード化、受発信、TOF距離測定の実現に用いる音声信号処理ユニットU3、方位角計算と追跡の実現に用いる慣性センサーユニットU4、信号受発信時刻の記録と、TOF距離測定アルゴリズムの実現に用いる計時器U5、例えば、ノードの身分標識（主ノードNa及び/或いは従ノードNbの標識情報）、慣性センサーデータと信号受発信時間等、位置特定過程でのデータ保存に用いる保存ユニットU6、電源供給に用いる電源供給ユニットU7を含む。

10

【0214】

勿論、上記ハードウェア構造は、ただの例に過ぎず限定するものではない。

【0215】

無線ネットワークユニットU2は、無線ネットワークを構築する無線ネットワーク信号に用いる。言い換えれば、無線ネットワークユニットU2は、無線ネットワークの構築を担当し、全ての移動端末（ノード）は同一無線ネットワーク中で同じ役割を共有する。あるノードが他のノードの位置を特定する必要がある場合、それはNaに転換し位置特定過程を始める。同時に他のノードはNbに転換し、Naに位置特定される。位置特定過程が終了すると、NaとNbはネットワーク中の普通のノードに戻り、同じ役割をもつ。実際の移動端末の応用では、無線ネットワーク技術は、一般に、WiFi、ブルートゥース、或いはBLEである。

20

【0216】

音声信号処理ユニットU3の受発信する音声信号は、聴覚範囲内のものである。勿論、他の典型的な応用については、この音声信号は超音波信号、或いは他の聴覚範囲周波数より更に低い音声信号でも良い。実際の移動端末の応用では、移動端末は、一般に、スピーカやマイクに基づき音声信号を受発信する。一般の典型的な応用については、音声周波数は、人の耳の可聴周波数以外に、超音波範囲（高周波数）、或いは超低周波範囲（低周波数）でも良く、環境ノイズ或いは障害物の干渉を避けるために、例えば、20Hzから30Hzの音声信号など、可聴範囲より低い（低周波数）音声信号を優先的に選択する。

30

【0217】

計時器U5も、処理ユニットU1で、ソフトウェア方式で実現することができる。

【0218】

この他、図14の図示する相対位置特定設備200は、如何なる方式によっても、図15に図示する移動端末と通信することができ、当該移動端末が、相対位置特定設備200の機能を含んでさえいけば良い。

【0219】

一つに実施例では、当該相対位置特定設備200は、ソフトウェアモジュール及び/或いはハードウェアモジュールとして、当該移動端末中に集成することができ、言い換えれば、当該移動端末は、当該相対位置特定設備200を含むことができる。例えば、移動端末がモバイル電話器である時は、当該相対位置特定設備200は、当該モバイル電話器の操作システム中の一つのソフトウェアモジュールであっても、或いは、当該モバイル電話器用に開発されたアプリケーションであっても良く、勿論、当該相対位置特定設備200は、同様に、当該モバイル電話器の多くのハードウェアモジュールの一つであっても良い。

40

【0220】

代わりに、一つの実施例では、当該相対位置特定設備200は、当該移動端末と分離した設備でも良く、当該相対位置特定設備200が、有線及び/或いは無線ネットワークで当該移動端末と接続し、決まったデータフォーマットに従って相互に信号を伝えても良い。

【0221】

以上の実施方式の説明により、当業者は、本発明が、ソフトウェアに、必要なハードウ

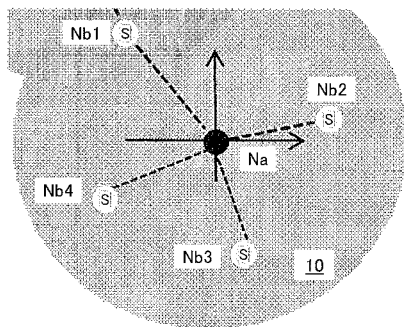
50

エアプラットフォームを加えた方式により実現でき、ソフトウェア、或いはハードウェアによっても実施できることをはっきり理解することができる。このような理解を基に、本発明の技術方案が背景技術に貢献する全部、或いは一部は、ソフトウェア製品の形式で実体化することができ、当該コンピュータソフトウェア製品は、ROM/RAM、磁気ディスク、光ディスク等のような記憶媒体に保存され、コンピュータ設備（コンピュータ、サーバ、或いはネットワーク設備等がある）には、本発明の各実施例、或いは実施例の一部で述べる方法を実行させるのに用いる若干のコマンドが含まれる。

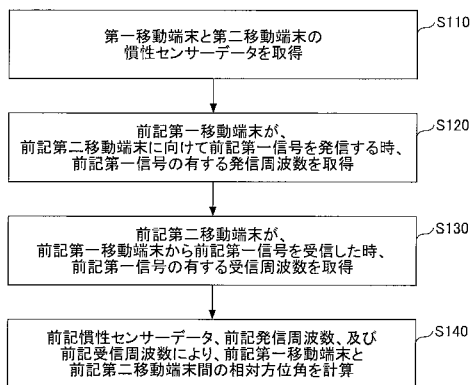
【0222】

以上、本発明の各実施例を詳細に説明したが、当業者は、本発明の原理と精神から逸脱しない状況であれば、これらの実施例に、各種の修正、組合せ、或いはサブ組合せを行うことができ、その修正も本発明の範囲内に含まれることを理解しなければならない。

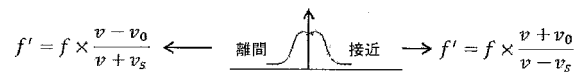
【図1】



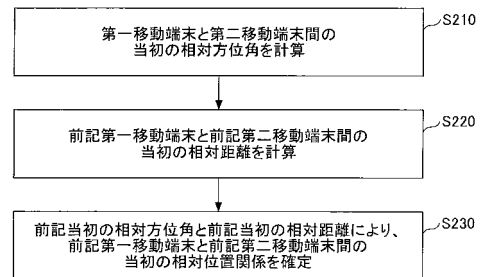
【図2】



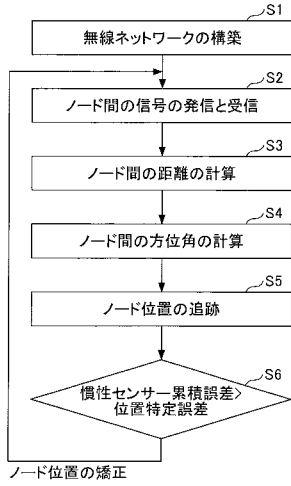
【図3】



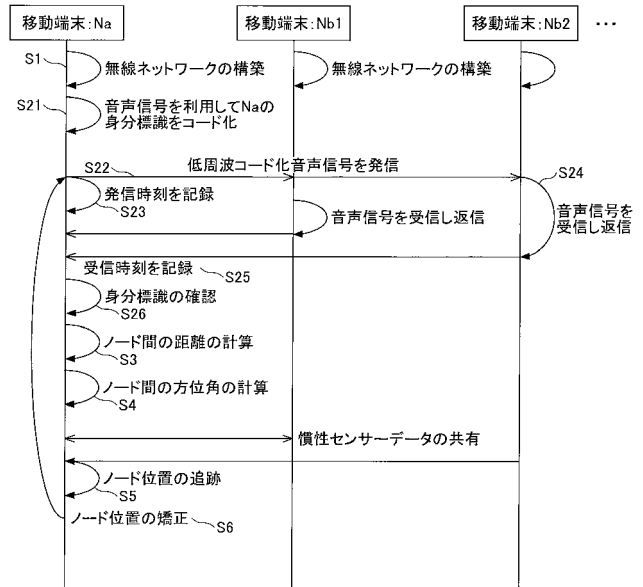
【図4】



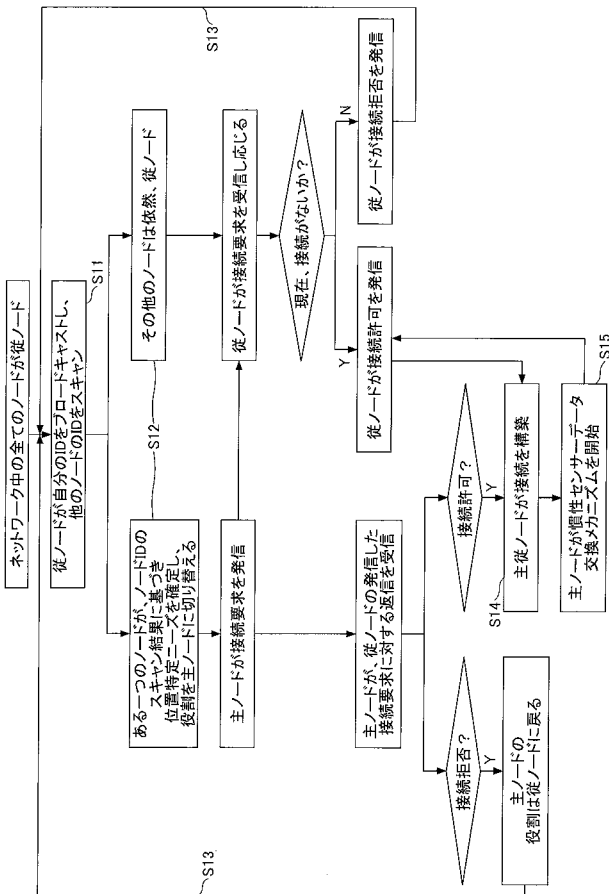
【 図 5 】



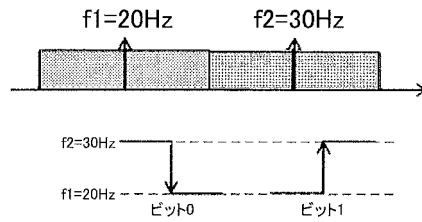
【 図 6 】



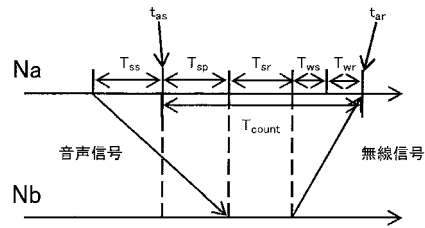
【 図 7 】



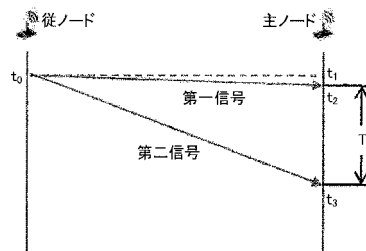
【 図 8 】



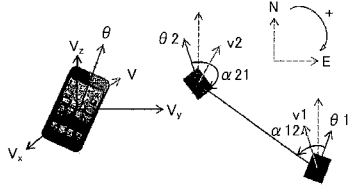
【 図 9 】



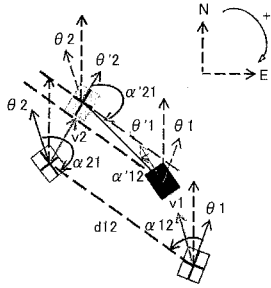
【 図 10 】



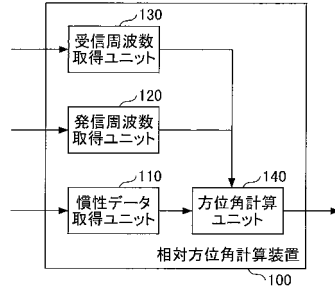
【図 1 1】



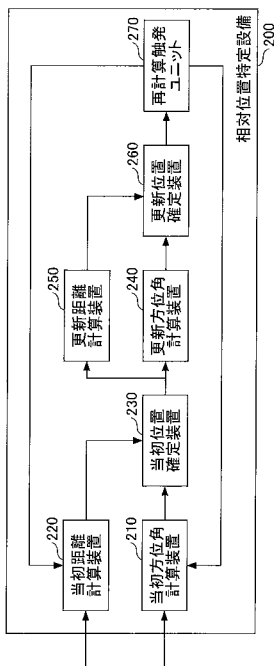
【図 1 2】



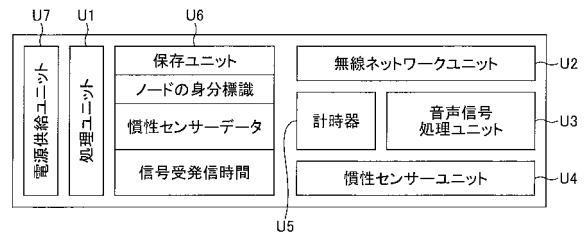
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 ワン ウェイ
中華人民共和国北京市海淀区西直門外大街168号騰達大厦28層 理光軟件研
究所(北京)有限公司内
- (72)発明者 ユィ ハイホア
中華人民共和国北京市海淀区西直門外大街168号騰達大厦28層 理光軟件研
究所(北京)有限公司内
- (72)発明者 イ ホオン
中華人民共和国北京市海淀区西直門外大街168号騰達大厦28層 理光軟件研
究所(北京)有限公司内