

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7011659号
(P7011659)

(45)発行日 令和4年1月26日(2022.1.26)

(24)登録日 令和4年1月18日(2022.1.18)

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 W	24/08	(2009.01)	H 0 4 W	24/08	
G 0 1 S	5/02	(2010.01)	G 0 1 S	5/02	Z
G 0 1 S	1/68	(2006.01)	G 0 1 S	1/68	
H 0 4 W	64/00	(2009.01)	H 0 4 W	64/00	1 1 0
H 0 4 W	84/10	(2009.01)	H 0 4 W	84/10	

請求項の数 14 (全31頁)

(21)出願番号	特願2019-527950(P2019-527950)	(73)特許権者	516043960 シグニファイ ホールディング ビー ヴィ SIGNIFY HOLDING B.V. オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイ トホーフエン ハイ テク キャンパス 4 8 High Tech Campus 4 8 , 5 6 5 6 AE Eindhoven, The Netherlands
(86)(22)出願日	平成29年7月24日(2017.7.24)	(74)代理人	100163821 弁理士 柴田 沙希子
(65)公表番号	特表2019-531672(P2019-531672 A)	(72)発明者	ヴェント マティアス オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイ トホーフエン ハイ テク キャンパス 4 5
(43)公表日	令和1年10月31日(2019.10.31)	(72)発明者	ダイクスラー ベーター オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイ 最終頁に続く
(86)国際出願番号	PCT/EP2017/068629		
(87)国際公開番号	WO2018/024527		
(87)国際公開日	平成30年2月8日(2018.2.8)		
審査請求日	令和2年7月20日(2020.7.20)		
(31)優先権主張番号	16182996.5		
(32)優先日	平成28年8月5日(2016.8.5)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)		

(54)【発明の名称】 ビーコン検証デバイス

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ビーコンベースの位置特定システムのための電子検証システムであって、当該検証システムは、コネクテッドライティングシステムであり、

(I) 少なくとも1つ以上の照明器具を含む、複数の電子検証デバイスであって、前記複数の電子検証デバイスの各々は、

- 外部ビーコン検証コンピュータと通信するよう構成される通信インターフェースと、
- 複数の検証デバイスの近くに設置された複数のビーコンから送信される位置特定ビーコン信号を受信するよう構成されるビーコン受信機であって、位置特定ビーコン信号は、該位置特定ビーコン信号が発信されたビーコンを識別するビーコン識別子を含む、ビーコン受信機と、
- 前記ビーコン受信機により受信されたビーコン識別子を記憶するためのビーコン識別子メモリと、
- プロセッサ回路であって、
- 前記ビーコン識別子メモリに記憶されたビーコン識別子を含むビーコンメッセージを生成し、
- 前記外部ビーコン検証コンピュータに前記ビーコンメッセージを送信するよう構成されるプロセッサ回路と

を含む、複数の電子検証デバイスと、

(II) ビーコン検証コンピュータであって、

- 複数の電子検証デバイスと通信する、及び複数の検証デバイスからビーコン識別子を含むビーコンメッセージを受信するよう構成される通信インターフェースと、
 - 複数のビーコンメッセージを分析し、第1及び第2の検証デバイスにおけるビーコン受信間の類似度を計算する及び前記類似度が閾値を超えることを判断することによって、複数のビーコンを含む位置特定システムが誤って機能しているかどうかを判断するよう構成されるプロセッサ回路と
 を含む、ビーコン検証コンピュータと
 を含む電子検証システム。

【請求項2】

当該検証システムは街路照明システムであり、前記複数の検証デバイスは街路灯を含む、
 請求項1に記載の電子検証システム。

10

【請求項3】

前記ビーコン検証コンピュータは、前記複数の検証デバイスを制御するよう構成される制御コンピュータである、請求項1又は2に記載の電子検証システム。

【請求項4】

前記検証デバイスは、前記ビーコン識別子メモリ内に前記ビーコン識別子と共に信号強度インディケーションを記憶するよう構成され、前記ビーコンメッセージは、前記ビーコン識別子及び信号強度インディケーションを含む、請求項1、2又は3に記載の電子検証システム。

【請求項5】

20

ビーコン検証コンピュータであって、

- コネクテッドライティングシステム内の複数の電子検証デバイスと通信する、及び前記複数の電子検証デバイスからビーコン識別子を含むビーコンメッセージを受信するよう構成される通信インターフェースであって、前記複数の電子検証デバイスは、少なくとも1つ以上の照明器具を含む、通信インターフェース
 を含み、前記複数の電子検証デバイスの各々は、

- 外部ビーコン検証コンピュータと通信するよう構成される通信インターフェースと、
 - 複数の検証デバイスの近くに設置された複数のビーコンから送信される位置特定ビーコン信号を受信するよう構成されるビーコン受信機であって、位置特定ビーコン信号は、
 該位置特定ビーコン信号が発信されたビーコンを識別するビーコン識別子を含む、ビーコン受信機と、
 - 前記ビーコン受信機により受信されたビーコン識別子を記憶するためのビーコン識別子メモリと、

30

- プロセッサ回路であって、
 - 前記ビーコン識別子メモリに記憶されたビーコン識別子を含むビーコンメッセージを生成し、
 - 前記外部ビーコン検証コンピュータに前記ビーコンメッセージを送信する
 よう構成されるプロセッサ回路と

を含み、当該ビーコン検証コンピュータは、

- 複数のビーコンメッセージを分析し、第1及び第2の検証デバイスにおけるビーコン受信間の類似度を計算する及び前記類似度が閾値を超えることを判断することによって、複数のビーコンを含む位置特定システムが誤って機能しているかどうかを判断するよう構成されるプロセッサ回路
 を含む、ビーコン検証コンピュータ。

40

【請求項6】

当該ビーコン検証コンピュータの前記プロセッサ回路は、前記複数のビーコンのうちのあるビーコンが誤動作しているかどうかを判断するよう構成される、請求項5に記載のビーコン検証コンピュータ。

【請求項7】

当該ビーコン検証コンピュータの前記プロセッサ回路は、

50

- 建物に設置された複数のビーコンのビーコン識別子を含む既知のビーコン識別子のリストを取得するよう構成され、
 - 複数の検証デバイスから受信したビーコンメッセージのセットにない前記既知のビーコン識別子のリスト内のビーコン識別子を決定する、及び/又は
 - 前記既知のビーコン識別子のリストにない前記ビーコンメッセージのセット内のビーコン識別子を決定する
- よう構成される、請求項 5 又は 6 に記載のビーコン検証コンピュータ。

【請求項 8】

前記既知のビーコン識別子のリストは、少なくとも 1 つの検証デバイスによってビーコン識別子が受信される信号強度インディケーションを含み、

- 少なくとも 1 つの検証デバイスからのビーコンメッセージ内のビーコン識別子が、前記既知のビーコン識別子のリスト内の信号強度インディケーションよりも小さい前記ビーコンメッセージ内の信号強度インディケーションを有することを決定する、請求項 7 に記載のビーコン検証コンピュータ。

【請求項 9】

当該ビーコン検証コンピュータの前記プロセッサ回路は、前記複数の検証デバイスから先に受信されたビーコンメッセージから前記既知のビーコン識別子のリストを編集するよう構成される、請求項 7 又は 8 に記載のビーコン検証コンピュータ。

【請求項 10】

前記ビーコンメッセージは、前記ビーコン識別子及び信号強度インディケーションを含み、前記検証デバイスは、前記ビーコン識別子と共に信号強度インディケーションを前記ビーコン識別子メモリに記憶するよう構成され、当該ビーコン検証コンピュータは、

- 複数の検証デバイスの位置を含む検証デバイスメモリ
- を含み、当該ビーコン検証コンピュータの前記プロセッサ回路は、
- 異なる位置に配置された複数の検証デバイスによってレポートされる複数の信号強度インディケーションをビーコン識別子について決定し、
 - 前記複数の信号強度インディケーション及び前記複数の検証デバイスの位置から前記ビーコン識別子に対応するビーコンの位置を推定する
- よう構成される、請求項 5 乃至 9 のいずれか一項に記載のビーコン検証コンピュータ。

【請求項 11】

当該ビーコン検証コンピュータの前記プロセッサ回路は、

- ビーコン識別子及び推定位置の第 1 のリストを記憶し、
- ビーコン識別子及び推定位置の第 2 のリストを取得するために、後のある期間ビーコンの位置の推定を繰り返し、
- 同じ推定位置にある前記第 1 のリスト内の第 1 のビーコン識別子と前記第 2 のリスト内の異なる第 2 の識別子とを決定する

よう構成される、請求項 10 に記載のビーコン検証コンピュータ。

【請求項 12】

当該ビーコン検証コンピュータの前記プロセッサ回路は、

- 前記複数のビーコンのうちのあるビーコンのための新しいビーコン位置を選択する、及び/又は前記複数のビーコンに追加されるべき追加のビーコンのための新しいビーコン位置を追加し、
- 検証デバイスにおける前記新しいビーコン位置から送信される位置特定信号のビーコン受信を推定し、
- 2 つの検証デバイス間で類似度が減少するかどうかを検証する

よう構成される、請求項 5 乃至 11 のいずれか一項に記載のビーコン検証コンピュータ。

【請求項 13】

- 複数の電子検証デバイスからビーコン識別子を含むビーコンメッセージを受信するステップであって、複数のビーコンが、前記複数の検証デバイスの近くに設置され、前記ビーコンメッセージは、前記複数のビーコンから送信され前記検証デバイスにおいて受信さ

10

20

30

40

50

れる位置特定ビーコン信号内の前記検証デバイスにより受信されるビーコン識別子を含む、ステップと、

- 複数のビーコンメッセージを分析し、第1及び第2の検証デバイスにおけるビーコン受信間の類似度を計算する及び前記類似度が閾値を超えることを判断することによって、複数のビーコンを含む位置特定システムが誤って機能しているかどうかを判断するステップと

を含む、ビーコン検証方法。

【請求項14】

プロセッサシステムに請求項13に記載の方法を実行させるための命令を表す一時的又は非一時的データを備えるコンピュータ可読媒体。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ビルオートメーションシステム、ビーコン検証デバイス(beacon verification device)、ビルオートメーションデバイス、ビーコン検証方法、コンピュータ可読媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

ロケーションベースのサービス(Location based service)がますます使用されている。携帯電話のマップやナビゲーション等の屋外アプリケーションでは、携帯電話の現在位置がサービスの提供に使用される。例えば、屋外アプリケーションは、座標を得るためにGPS受信機を使用してもよい。

20

【0003】

また、屋内では、例えば携帯電話等のモバイルデバイス上で、位置特定情報(localization information)を利用可能にしたいという要望が高まっている。屋内の位置特定は、例えばコンテキストサービス(contextual service)を提供するために屋内ナビゲーションからある範囲のアプリケーションに用いられてもよい。例えば、美術館において、アプリケーションは、モバイルデバイスの現在位置に応じて特定のコンテキスト情報を提供してもよい。例えば、情報は、現在デバイスに近い絵に関連してもよい。例えば、店舗において、アプリケーションは、モバイルデバイスの現在位置に応じて情報を提供してもよい。例えば、情報は、モバイルデバイスの現在位置に近い商品に関連してもよい。

30

【0004】

屋内位置特定を提供する1つの方法は、複数のビーコンを含む位置特定システム(localization system)を使用することである。ビーコンは、既知の位置に配置された電子送信機であり、限られた情報コンテンツ、例えばその識別又は位置を有する周期的無線信号を送信する。ビーコンは、近くのデバイスが自身の位置を決定するのに役立つ低電力、低コストの送信機を提供する。例えばWi-Fi、ZigBee及びBluetooth等の多数の無線伝送技術に基づいて利用可能ないくつかのタイプのビーコンがある。とりわけ、ビーコンは、Bluetooth 4.0又はBluetooth Smartとしても知られるBluetooth low energy (BLE)を使用してもよい。多くの場合、ビーコンは、固定されたグリッドに設置され、空間全体にわたって良好なロケーションカバレッジ(good location coverage)を与える。

40

【0005】

現代のいわゆる「ビーコン」技術は、モバイルデバイス及びこれらの上で実行されるアプリが、マイクロローカルスケール(micro-local scale)でそれらの位置について学ぶことを可能にする。今日では、部屋座標等のきめ細かい屋内位置情報をモバイルデバイスに提供するために、ますます多くのビーコンが使用されている。例えば、ある位置特定システムでは、大きなオープンプランオフィス、廊下等に対する複数のビーコンと共に、各オフィスに対してビーコンが設置されてもよい。ビーコンによって送信される位置特定信号(localization signal)の受信は、ビーコンとビーコン受信機との間の近似距離のみを計算する

50

ことを可能にする。これは、少数の、あるいは単一のビーコンだけが誤動作している場合、特に誤動作しているビーコンの周囲の建物内の領域では、位置特定システムの位置特定能力が著しく損なわれる可能性があることを意味する。

【 0 0 0 6 】

しかしながら、ビーコンは、典型的には単独で動作し、バッテリー給電式であり、これは、時折それらがサービスを受ける必要があることを意味する。典型的には、ビーコンはネットワークの一部ではないため、空間内のすべてのビーコンの中央モニタリングはできない。残念なことに、故障した照明器具はユーザによって発見され報告されることがあるのに対して、故障したビーコンは、可能であるとはしても、ユーザが気付くことがはるかに困難であろう。ユーザは、悪化している位置特定システムに気付くだけかもしれない。

10

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

上記の問題及び/又は本明細書に記載の他の問題に対処するビルオートメーションシステム及びビーコン検証デバイスが提供される。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

請求項 1 に記載のビルオートメーションシステムは、ビーコンベースの位置特定システム (beacon based localization system) を検証するために用いられ得るよう構成される複数のビルオートメーションデバイスを備える。ビルオートメーションデバイスは、該ビルオートメーションデバイスにおいて受信されるビーコンをビーコン検証デバイスにレポートする。ビーコン検証デバイスは複数の異なるビルオートメーションデバイスからビーコンの受信の情報を受信するので、ビーコン検証デバイスは、この情報を使用して位置特定システムを分析し、位置特定システムが正しく機能しているかどうかを判定するポジションにある。

20

【 0 0 0 9 】

ビーコン検証デバイスが検証することができる位置特定システムの正しい機能のいくつかの態様がある。例えば、一実施形態では、ビーコン検証デバイスは、複数のビーコンのうちのあるビーコンが誤動作しているかどうかを判断するよう構成される。一実施形態では、ビーコン検証デバイスは、ビーコン識別子に対応するビーコンの位置を推定するよう構成される。ビーコン位置を有することは、前記位置を使用して位置特定サービスを開始することから、ビーコンの正しい配置を検証すること、さらにビーコン識別子の新しいビーコン識別子への正しい遷移を検証することに至るまで、様々な目的に使用されることができる。

30

【 0 0 1 0 】

一実施形態では、ビーコン検証デバイスは、第 1 及び第 2 のビルオートメーションデバイスにおけるビーコン受信間の類似度 (similarity measure) を計算するよう構成される。2つの場所でのビーコン受信が類似している場合、位置特定システムは、対応する位置を区別して伝えることに問題がある。アプリケーションによっては、位置特定システムが良好な解像度を有することが望ましい。少なくとも複数のビルオートメーションデバイスが識別され得ることを検証することにより、最低限の品質が保証される。さらに、ビルオートメーションデバイスの位置は、典型的には、活動が生じる傾向がある場所、したがって位置特定 (localization) が使用される傾向がある場所に対応する。ビーコン検証デバイスは、類似度が閾値を超えると判断した場合、エラー信号を生成することができる。ビーコン検証デバイスは、この検証のために必ずしもすべてのビーコンオートメーションデバイスを使用する必要はなく、サブセットを使用してもよい。例えば、サブセットは、位置特定の良好な分解能がとりわけ重要である位置で取られてもよい。例えば、サブセットは、建物全体に均等に分配されると見なされてもよい。例えば、一実施形態では、位置特定システムが異なる部屋を区別できることを検証するために、部屋ごとに単一の照明器具が選択される。

40

50

【 0 0 1 1 】

ビルオートメーションデバイスは、ビルに設置されているさまざまな種類のデバイスであり得る。例えば、ビルオートメーションデバイスはHVACデバイスであってもよい。好ましい実施形態では、ビルオートメーションシステムは、コネクテッドライティングシステム(connected lighting system)である。例えば、ビルオートメーションシステムは、照明器具等であってもよい。ビルオートメーションシステムは、ビーコンメッセージを送信しない複数のビルオートメーションデバイス以外の追加のビルオートメーションデバイスを含んでもよい。

【 0 0 1 2 】

一実施形態では、ビルオートメーションシステムは、制御コンピュータを含む。コンピュータは、デバイスを制御する中央コンピュータである。例えば、制御コンピュータは、例えば適切な規則によって指示されるように、照明器具、HVACデバイスをオン又はオフにしてもよい。斯かる制御コンピュータは、コネクテッドビルオートメーションデバイスには必要ではない。例えば、コネクテッドライティングシステムの知性(intelligence)、例えば前記規則は、スイッチ及び照明器具にあってもよい。例えば、照明器具は、壁スイッチから適切なメッセージを受信した場合に自身をオンにするよう構成されてもよい。制御コンピュータが使用される場合、ビーコン検証デバイスは該制御コンピュータと協働して、例えば、ビルオートメーションデバイスと通信する及びビーコンメッセージを受信することができる。例えば、ビーコン検証デバイスと制御コンピュータとを単一のデバイス、例えばビーコン検証デバイスとしても機能する制御コンピュータに組み合わせられてもよい。しかしながら、これは必須ではなく、ビーコン検証機能性及び制御機能性は、2つの独立したデバイス、すなわちビーコン検証デバイス及び制御コンピュータに分けられてもよい。制御コンピュータが使用されない場合、ビーコン検証デバイスが依然として存在し得ることに留意されたい。例えば、ビーコン検証デバイスは、ビルオートメーションシステムを互いに接続するネットワークに一時的に又は恒久的に取り付けられてもよい。

【 0 0 1 3 】

ビーコン、ビルオートメーションデバイス、ビーコン検証デバイス及び制御コンピュータは電子デバイスである。ビーコン検証デバイスは、モバイル電子デバイス、例えば、スマートフォン又はタブレットであってもよく、又はサーバ等であってもよい。

【 0 0 1 4 】

本発明による方法は、コンピュータで実施される方法(computer implemented method)としてコンピュータで、又は専用ハードウェアにおいて、又はその両方の組み合わせで実施されてもよい。本発明による方法の実行可能コードは、コンピュータプログラムプロダクトに記憶されてもよい。コンピュータプログラムプロダクトの例には、メモリデバイス、光学記憶デバイス、集積回路、サーバ、オンラインソフトウェア等が含まれる。好ましくは、コンピュータプログラムプロダクトは、該プログラムプロダクトがコンピュータで実行される場合に本発明による方法を実施するためのコンピュータ可読媒体に記憶された非一時的プログラムコードを含む。

【 0 0 1 5 】

好ましい実施形態では、コンピュータプログラムは、該コンピュータプログラムがコンピュータで実行される場合に本発明による方法のすべてのステップを実施するよう構成されるコンピュータプログラムコードを含む。好ましくは、コンピュータプログラムは、コンピュータ可読媒体に具現化される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

本発明のさらなる詳細、態様及び実施形態が、図面を参照して、例としてのみ説明される。図中の要素は、単純さと明確さのために示されており、必ずしも一定の縮尺で描かれていない。図において、既に説明された要素に対応する要素は同じ参照番号を有することがある。

【 図 1 a 】ビルオートメーションシステムの実施形態の一例を概略的に示す。

【図 1 b】ビルオートメーションシステムの実施形態の一例を概略的に示す。

【図 1 c】ビルオートメーションシステムの実施形態の一例を概略的に示す。

【図 1 d】ビルオートメーションシステムの実施形態の一例を概略的に示す。

【図 1 e】ビルオートメーションシステムの実施形態の一例を概略的に示す。

【図 2 a】オフィス照明プランの実施形態の一例を概略的に示す。

【図 2 b】図 2 a の詳細を概略的に示す。

【図 3】図書室の実施形態の一例を斜視図で概略的に示す。

【図 4 a】図 2 a の詳細を概略的に示す。

【図 4 b】ビーコン受信レポートの実施形態の一例を概略的に示す。

【図 5 a】類似度を計算する実施形態の一例を概略的に示す。

10

【図 5 b】類似度を計算する実施形態の一例を概略的に示す。

【図 5 c】類似度を計算する実施形態の一例を概略的に示す。

【図 6 a】ビーコン検証方法の実施形態の一例を概略的に示す。

【図 6 b】ビーコン検証方法の実施形態の一例を概略的に示す。

【図 7 a】一実施形態によるコンピュータプログラムを含む書込み可能部分を有するコンピュータ可読媒体を概略的に示す。

【図 7 b】一実施形態によるプロセッサシステムの表現を概略的に示す。

【図 8】街路照明システムに設置されたビーコンベースの位置特定システムのための検証システムを概略的に示す。

【図 9】照明器具及び LED の実施形態の一例を概略的に示す。

20

【発明を実施するための形態】

【0017】

本発明は多くの異なる形態で実施可能であるところ、本開示は本発明の原理の例示とみなされるという理解の下に、1つ以上の特定の形態が図に示され、ここで詳細に述べられるが、本発明は、図示される及び述べられる特定の形態に限定されるものではない。

【0018】

以下では、理解のために、ある実施形態のエLEMENTは、動作について述べられる。しかしながら、各ELEMENTは、それらにより実行されるように述べられる機能を実行するよう構成されることは明らかであろう。

【0019】

30

さらに、本発明は、これら実施形態に限定されるものではなく、本発明は、互いに異なる従属請求項に記載又は列挙された新規な特徴又は組み合わせのそれぞれにある。

【0020】

以下の図において、本発明は、ビルオートメーションシステムを参照して説明される。本発明者らは、多くのビルオートメーションデバイス、例えば照明器具、スイッチ、暖房、換気、空調装置等が、ビーコンベースの位置特定システムのための検証デバイスとして機能するようにそれらの機能性を拡張することができるという洞察を得た。例えば、照明器具は、例えば、コネクテッドライティングネットワークの一部として、建物内の位置特定システムを検証することもできる。

【0021】

40

本発明者らはまた、ビーコンベースの位置特定システムのための検証システムはまた、建物のコンテキスト外で独立した魅力(appeal)を有することを認識した。例えば、図 8 は、検証デバイスがビルオートメーションデバイスではなく街路灯に設置されている実施形態を示す。街路灯は、検証デバイスに電力及びネットワーク接続を提供することができる。以下の実施形態は、主にビルオートメーションデバイスの重要な実施形態に焦点を合わせているが、斯かる実施形態は、容易に変形されることができる。例えば、ビルオートメーションデバイスは、それからビルオートメーションデバイスの機能性を取り除くことによって、一般的な検証デバイスに組み込まれてもよい。

【0022】

図 1 a は、電子ビルオートメーションシステム 100 の実施形態の一例を概略的に示す。

50

システム 100 は複数の電子ビルオートメーションデバイスを含む。1つのビルオートメーションデバイス 120 が示されている。システム 100 はさらに、制御コンピュータ 130 を含む。制御コンピュータ 130 及びビルオートメーションデバイスは、デジタルネットワークを介して接続される。制御コンピュータ 130 は、ビルオートメーションデバイスを制御する。

【0023】

図 1 a はさらに、位置特定システム(localization system) 140 を示す。位置特定システム 140 は複数のビーコンを含む。1つのビーコン 110 が示されており、他のビーコンは同じ又は類似の設計に従う。例えば、ビーコンは、建物の周りに分散されてもよい。

【0024】

ビーコン 110 は、ビーコンメモリ 114 を含む。ビーコンメモリ 114 は、ビーコン識別子を記憶するよう構成される。一実施形態では、ビーコン識別子は、位置特定システム 140 に固有である。ビーコン 110 は、無線回路 112 を備える。無線回路 112 は、無線位置特定ビーコン信号(localizing beacon signal)を送信するよう構成される。無線位置特定ビーコン信号は、ビーコンメモリ 112 に記憶されたビーコン識別子を含む。ビーコン 110 は、位置特定信号を周期的に繰り返すよう構成される。ビーコン 110 は、位置特定信号を生成し、無線回路 112 を介して位置特定信号の送信を周期的に繰り返すよう構成されるプロセッサ回路を含んでもよい。無線回路 112 は、アンテナを含んでもよい。

【0025】

ビーコンベースの位置特定システム 140 は、ビーコン受信機、例えば、携帯電話を有するデバイスが、小規模でその位置を取得することを可能にする。ビーコンベースの位置特定システム 140 は、GPS 受信が貧弱な場合、例えば屋内でとりわけ適している。屋内位置は、例えば、位置に基づいてコンテキストコンテンツ(contextual content)をユーザに配信するために使用されてもよい。例えば、特定の位置における情報は、モバイルアプリによりリクエストされるワイヤレスサービスとして別個に取得されてもよい。位置特定システムは、多くのロケーションベースのサービス(location-based service)のためのバックボーンであってもよい。

【0026】

ビーコンは、さまざまなタイプのワイヤレステクノロジーに基づいてもよい。例えば、ビーコン 110 は、ブルートゥース、ジグビー、又は Wi-Fi ビーコンであってもよい。一実施形態では、ビーコン 110 は、ブルートゥースローエネルギー(Bluetooth Low Energy)を用いる。他の可能なビーコンタイプには、BLE、Wi-Fi、WiMax、セルラ三角測量(cellular triangulation)又は LoRa (例えば街路照明用)が含まれる。受信されるビーコンは、異なるタイプのビーコンの混合であってもよい。精度及びビーコン密度は、異なる技術間で異なり得る。

【0027】

ビーコンは、典型的には単独で動作し、バッテリー給電式であってもよい。これは、ビーコンが数年ごとにサービスされる必要があることを意味する。典型的には、ビーコンはネットワークの一部ではないため、受信側デバイスにプッシュメッセージを送ることはできない。ユーザデータを収集するため、又はこれらを記憶するためのビーコンも設けられない。一実施形態では、ビーコンは、そのアイデンティティに関する情報のみを送信する。ビーコン識別子は、位置特定システム 140 内のビーコンを互いに区別する。例えば、建物内の既存のビーコンをすべて登録することは、従来のテクノロジーを使用して一元的に行われることはできない。すべての既存のビーコンのリストを取得することは、すべてのビーコン識別子をマッピングするためにサービス担当者によって建物全体にわたってビーコン受信デバイスを移動させることを必要とする。

【0028】

多くの場合、ビーコンはグリッドに設置され、空間全体にわたって良好なロケーションカバレッジ(good location coverage)を与える。有利には、ビーコンは天井に配置される

10

20

30

40

50

。この配置により、ビーコンは、受信範囲にとって有益である良好な視線(line of sight)をもって配置される。

【 0 0 2 9 】

さらなる開発された実施形態では、ビーコン受信機は、高められた解像度を得るために異なる高さに位置付けられる。異なる高さのビーコン受信機は、ビーコン受信機を三次元に位置特定するために用いられてもよい。別のさらなる開発された実施形態では、ビーコン受信機は、指向性アンテナを備える。指向性アンテナは、ビーコン信号が来た方向を決定することを可能にする。信号強度に加えて方向を持つことは、より正確な位置を取得することを可能にする。

【 0 0 3 0 】

一実施形態では、位置特定信号(localization signal)は、一定のプリアンプルとそれに続くビーコン識別子を含む。ビーコン識別子は、U U I D (Universally Unique Identifier)、並びにメジャー(Major)及びマイナー(Minor)値であってもよい。例えば、U U I Dの長さは16バイトで、メジャーとマイナーの長さはそれぞれ2バイトであってもよい。これらが合わさってビーコンのIDを形成する。一実施形態では、U U I Dは、同じ位置特定システム140内のすべてのビーコンについて同じであり、メジャー及びマイナー値が各ビーコンについて異なる。位置特定信号はさらに、信号パワー値を含んでもよい。例えば、信号パワー値は、ビーコンから1メートルのところで測定されたRSSI値(Received Signal Strength Indication)を表してもよい。この値の値は、受信信号強度から位置を計算する際に使用されてもよい。ビーコンの信号パワー電力値は、制御コンピュータにおいて知られていてもよい。例えば、制御コンピュータは、ビーコン識別子を信号パワー値に関連付けるテーブルを含んでもよい。信号パワー値は、位置特定ネットワーク140内のすべてのビーコンについて同じであってもよい。

【 0 0 3 1 】

ビーコンの位置特定信号の範囲は、ビーコンの送信パワーに依存する。これはすべてのビーコンについて同じであってもよく、一部のビーコンについて異なるように設定されてもよい。ビーコン位置特定信号の受信は、環境要因(environmental factor)に依存することに留意されたい。位置特定信号は、ある期間ごとに繰り返される。期間は、位置特定における頻繁な更新が必要とされる場合、例えば、位置特定されるオブジェクトが素早く動く場合、より短く設定されてもよい。位置特定信号のより頻繁な繰り返しは、より多くの電力を使用する。例えば、繰り返し間隔は、例えば100ms及び1秒の間、例えば200msに設定されてもよい。

【 0 0 3 2 】

ビルオートメーションデバイス120は、デジタルネットワーク145を介して制御コンピュータ130と通信するよう構成される通信インターフェース122を備える。デジタルネットワーク145は、有線ネットワーク、例えば1つ以上のパワーオーバーイーサネット接続(PoE)を使用する、例えばイーサネットネットワークを含んでもよい。デジタルネットワーク145は、無線ネットワーク、例えば、Wi-Fi又はジグビーネットワークを含んでもよい。デジタルネットワーク145は、有線技術と無線技術とを組み合わせてもよい。

【 0 0 3 3 】

ビルオートメーションデバイス120は、ビルオートメーションデバイスの近くに設置された複数のビーコンから送信される位置特定ビーコン信号を受信するよう構成されるビーコン受信機124を備える。受信した位置特定ビーコン信号から、ビルオートメーションデバイス120の位置の推定が演算され得る。ビルオートメーションシステム100内のすべてのビルオートメーションデバイスがビーコン受信機124を備える必要はない。

【 0 0 3 4 】

受信した位置特定ビーコン信号から位置を計算することは、様々な方法で行われ得る。例えば、単純な実施形態では、ビルオートメーションデバイス120は、該デバイスが受信可能であるという点でビーコンからあまり遠くに離れていない、例えば該デバイスは範囲

10

20

30

40

50

内にあると単純に結論付けてもよい。より高度な実施形態では、受信したビーコンの範囲の共通部分(intersection)が決定されてもよく、ビルオートメーションデバイス120は該共通部分点内又はその近くに位置していると結論付けることができる。ビルオートメーションデバイス120は、ある期間にビーコン受信機により受信されたビーコン識別子を記憶するためのビーコン識別子メモリ126を備える。例えば、デバイス120は、受信したビーコン識別子をビーコン識別子メモリ126に記憶するよう構成されるプロセッサ回路を含んでもよい。

【0035】

一実施形態では、位置特定信号において受信されるビーコン識別子は、ビーコン識別子メモリ126に記憶される。一実施形態では、ビーコン識別子メモリ126は、ラストインラストアウト、例えばキューである。例えば、ビーコン識別子メモリ126は、最近(last)100個のビーコン識別子を記憶するようサイズ決めされてもよい。より小さな実施形態では、ビーコン識別子メモリ126は、最近4つのビーコン識別子のみを保持してもよい。より高度な実施形態では、プロセッサ回路128は、受信した各ビーコン識別子について、最後に受信された時刻を記憶するよう構成される。一実施形態では、ビーコン識別子に関する情報が保持される期間は、特定の値、例えば数秒、1分等に制限されてもよい。例えば、後者は、当該時間間隔より前に受信したすべてのビーコン識別子を破棄することにより実施されてもよい。

10

【0036】

一実施形態では、デバイス120は、例えば電力使用若しくは帯域幅を減らすために、又は複雑さを減らすために、位置特定信号を連続的に受信又は処理しない。例えば、デバイス120は、特定の長さ、例えば1分、1秒等の時間間隔の間だけビーコン識別子を記憶するよう構成されてもよい。これは、例えば1日に1回又は数回繰り返されてもよい。

20

【0037】

位置特定信号の受信信号強度を記録することにより、より良い位置推定が行われることができる。一実施形態では、ビーコン受信機124は、位置特定信号の信号強度を測定するよう構成される。プロセッサ回路128は、信号強度インディケーション(signal strength indication)をビーコン識別子とともにビーコン識別子メモリに記憶するよう構成される。信号強度インディケーションは、位置特定信号がビーコン受信機124において受信された信号強度を示す。任意選択的に、プロセッサ回路128は、位置特定信号において受信された信号パワー値も記憶するよう構成される。信号パワー値は、ビーコン受信機124とビーコンとの間の距離を推定する際に信号強度インディケーションと共に使用されてもよい。信号パワー値はまた、ビーコンの設定が許可なく変更されていないことを検証するために使用されてもよい。信号強度インディケーション及び(任意選択的に)信号パワー値は、制御コンピュータ130に通信されてもよい。

30

【0038】

一実施形態では、ビーコン受信機は、信号強度インディケーション、例えばRSSIをレポートするよう構成されてもよい。信号強度インディケーションから、ビーコンまでの推定距離が演算されてもよい。一実施形態では、推定距離は、例えば未知、50cmの直下、最大2mまで、最大30mまでのカテゴリに丸められてもよい。

40

【0039】

プロセッサ回路128は、ビーコン識別子メモリに記憶されたビーコン識別子を含むメッセージを生成し、該メッセージをデジタルネットワークを介して制御コンピュータ130に送信するよう構成される。メッセージはまた、例えば受信された各ビーコン識別子についての信号強度インディケーションを含んでもよい。受信信号強度インディケーションは、例えば、デシベルで表現されてもよい。例えば、制御コンピュータ130は、デジタルネットワーク145を介してビルオートメーションデバイス120と通信するよう構成される通信インターフェース132を含んでもよい。制御コンピュータ130は、受信したメッセージを処理するよう構成されるプロセッサ回路134を含む。

【0040】

50

受信されたビーコン識別子、あれば信号強度インディケーション、及びビーコンの既知の位置に関する情報から、ビーコン受信機の位置は、当技術分野において既知の様々なアルゴリズムを使用して推定されることができ。例えば、受信信号強度を使用してビーコン受信機と少なくとも3つのビーコンとの間の距離を推定することを含む三角推定(trilateral estimation)が用いられてもよい。一例は、Papamantouらによる論文"Algorithms for Location Estimation Based on RSSI Sampling"に与えられている。

【0041】

一実施形態では、ビルオートメーションデバイス120は照明器具である。一実施形態では、ビルオートメーションデバイス120は、暖房デバイス、換気デバイス、空調デバイス、スピーカ、自動空気弁(automated air valve)、火災検知器、センサ、壁スイッチを含むグループのうちのいずれかのデバイスである。例えば、制御コンピュータは、ビルオートメーションシステム(BAS)又はビルマネジメントシステム(BMS)のバックエンドであってもよい。

10

【0042】

図2aは、オフィス照明プランの実施形態の一例を概略的に示している。図2bは、図2aの詳細を概略的に示す。コネクテッドライティングシステムは、ビルオートメーションシステムの一例である。図2a及び図2bには、グリッドに配置されたビーコン5が示されている。例えば、図2aに示される照明プランは、多くのオフィスルーム1を含むオフィス空間であってもよい。オフィスルーム1では、ランプ2のグループが、手動スイッチ3及び/又はセンサ4により制御される。一実施形態では、センサ4、手動コントローラ3及び光源2等のアセットのうちの1つ以上は、図1aに示されるようなビーコン受信機を備える。図2aのコネクテッドライティングシステムは、図2aには示されていない制御コンピュータを含む。

20

【0043】

一実施形態では、センサ4は、占有センサを囲む領域の占有を決定するよう構成される占有センサである。例えば、占有センサは、赤外線センサ又は動きセンサ等であってもよい。例えば、占有センサは、占有センサが占有を検出する場合、又は占有センサを囲む領域の占有が無い場合、占有信号を生成するよう構成される。占有信号は、照明器具2を制御するために使用されてもよい。これは、直接、例えばローカルネットワークのローカルネットワークにより、又は制御コンピュータを介して行われてもよい。例えば、制御コンピュータ130のプロセッサ回路134は、1つ以上の占有センサから、照明器具2を囲む領域、例えばオフィス1の占有状態を判断するよう構成されてもよい。制御コンピュータ130が、オフィス1が占有されていると判断した場合、制御コンピュータ130は、照明器具2をオンにするために制御メッセージを照明器具2に送ってもよい。可能であれば、照明器具をオンするという決定はより複雑であってもよく、また昼光センサ、及び(壁)スイッチ又は他のローカルコントローラ等が関与してもよい。

30

【0044】

図3は、図書室の実施形態の一例を斜視図で概略的に示す。ここで、ビーコン技術は、空間に分散される天井に設置された複数のビーコン5により特定の本を探す人々を支援するために使用される。図3は、天井における光源2のグリッド及び5つのビーコン5を有する部屋1を示す。人々9は動き回り、ある本が置かれている棚11に到達するよう支援される。例えば、人々9の携帯電話は、図書室内の位置を決定するためにビーコン受信機を備えてもよい。携帯電話の位置を使用して、人々を正しい方向に案内するために信号が計算されてもよい。例えば、信号は、携帯電話の所望の位置及び現在の位置が指示されるマップであり得る。同様のアプリケーションは、スペース又は雑誌を蓄える店舗の場合である。

40

【0045】

図4aは、図2aの詳細を概略的に示す。ビルオートメーションシステム、この場合はコネクテッドライティングシステムにおけるアセットの識別子が、図4aに示されている。B5及びC5の2つのビーコンも示されている。アセットは、受信されたビーコン識別子

50

及び対応する信号強度インディケーションを有するメッセージを制御コンピュータ 130 に送信するよう構成される。図 4 b は、ビーコン受信レポートの実施形態の一例を概略的に示す。6 個の列、すなわち、照明システム(Lighting device)内のデバイス(Device)の識別子及びデバイスクラス(Device class) (例えばデバイスタイプ、デバイスモデル等)、ビーコン B 5(Beacon B5)及びビーコン C 5(Beacon C5)までの推定距離(メートル)(Est. distance in m)、並びにビーコン B 5 及び C 5 に対する推定距離カテゴリ(Distance category)を含むテーブル(ビーコン受信に関する情報(Information about beacon reception))が、図 4 b に示されている(Cat B5 及び Cat C5 の "immediate" は直近、"near" は近い、"far" は遠いを意味する)。ビーコンまでの推定距離は、例えば環境干渉等に起因して、多くのノイズの影響を受けることがよくある。あるアプリケーションでは、距離カテゴリが、推定距離とほぼ同じくらい正確である。例えば、存在検出器(占有センサ) P 3 6 6 0 1 は、ビーコン B 5 から遠い(far)が、ビーコン C 5 に近い(near)。

10

【0046】

図 1 a に戻る。制御コンピュータ 130 の通信インターフェース 132 は、デジタルネットワークを介して複数の電子ビルオートメーションデバイスと通信するよう構成される。例えば、図 1 a は、コンピュータネットワーク 145 を介したビルオートメーションデバイス 120 との制御コンピュータ通信を示す。制御コンピュータ 130 は、複数のビルオートメーションデバイスからビーコン識別子を含むビーコンメッセージを受信する。例えば、ビルオートメーションデバイス 120 は、受信したビーコン識別子のリストを送信するよう構成されてもよい。一実施形態では、ビルオートメーションデバイス 120 はまた、対応する受信信号強度、及びあれば位置特定信号においてレポートされる対応する信号パワー値もレポートする。例えば、ビルオートメーションデバイスは、定期的に、例えば毎日、又は毎時等にビーコンメッセージを送信するよう構成されてもよい。ビーコンメッセージを送信するタイミングは、ネットワーク帯域幅のピークを回避するためにランダム化されてもよい。

20

【0047】

制御コンピュータ 130 のプロセッサ回路 134 は、複数のビーコンを含む位置特定システム 140 が正しく機能しているかどうかを判断するために複数のビーコンメッセージを分析するよう構成される。制御コンピュータ 130 がいくつかの方法で検証することができるいくつかの態様がある。例えば、制御コンピュータ 130 は、ビーコン自体の正しい動作を検証することができる。例えば、制御コンピュータ 130 は、ビーコンが消滅した、送信電力が低下した等を検出することができる。制御コンピュータ 130 が検証することができる別の態様は、複数のビーコンによって実施される位置特定システムが正しく動作しているかどうかの検証である。例えば、制御コンピュータ 130 は、建物の一部が受信不良又は位置特定不良であるかどうかを検証することができる。複数のビーコンメッセージを分析する例は以下に与えられる。

30

【0048】

上記で指摘したように、ビルオートメーションシステム 100 は、コネクテッドライティングネットワークであってもよい。例えば、ビルオートメーションデバイス 120 は照明器具であってもよい。例えば、ビルオートメーションシステム 100 は、HVAC システムであってもよい。例えば、ビルオートメーションデバイス 120 は空調デバイスであってもよい。

40

【0049】

この実施形態では、制御コンピュータ 130 は、複数のビルオートメーションデバイスを制御するよう構成されるが、ビーコン検証コンピュータとしても機能する。これは便利であるが、必須ではない。図 1 c では、ビーコンメッセージの分析が別個のビーコン検証コンピュータ 130' で実行される実施形態が述べられている。

【0050】

本例では、わかりやすくするために、図の参照符号でビーコン ID を識別する。実際には、ビーコン ID は複数のバイト数であり得る。一実施形態では、制御コンピュータ 130

50

は、ある期間に、例えば1日に受信されるすべてのビーコンメッセージを収集し、例えば既知のビーコンIDのリストからのすべての既知のビーコンIDがすべてビーコンメッセージにあるかどうかを検証してもよい。既知のビーコンIDのリストは、例えば、位置特定システム140のインストーラーによって、例えば制御コンピュータ130にインストールされてもよい。既知のビーコンIDのリストはまた、位置特定機能を実行するために使用されてもよい。例えば、既知のビーコンIDのリストはまた、既知の位置及び(任意選択的に)既知の信号強度値を含んでもよい。

【0051】

例えば、図1bは、コネクテッドライティングシステム100及び位置特定システム140を用いる建物内の床を示す。3つのビーコン110.1、110.2及び110.3、並びに3つのビルオートメーションデバイス120.1、120.2、120.3、例えば照明器具が示されている。例えば、第1の検証期間において、制御コンピュータ130は以下のビーコンメッセージを受信する:(メッセージは人間が読める疑似コードで表され、例えばデータ通信プロトコルをサポートするために追加の要素を含んでもよい)。

デバイス120.1から:110.1受信した

デバイス120.2から:110.1、110.2受信した

デバイス120.3から:110.2、110.3受信した

【0052】

制御コンピュータ130は、既知のビーコンIDのリストを含む。例えば、既知のリストは{110.1、110.2、110.3}を含み得る。制御コンピュータ130は、既知のリスト内の各既知のビーコンIDについて、受信したビーコンメッセージ内に存在するかどうかを検証することができる。この場合、そうである。

【0053】

第2の検証期間において、制御コンピュータ130は、以下のビーコンメッセージを受信するかもしれない。

デバイス120.1から:110.1受信した

デバイス120.2から:110.2受信した

デバイス120.3から:110.2、110.3受信した

【0054】

この場合、ビルオートメーションデバイス120.2は、ビーコン110.1が受信され得る端部の近くにあることが生じている。しかしながら、収集されたビーコンメッセージには既知のすべてのIDがまだ含まれているため、問題はない。

【0055】

第3の検証期間において、制御コンピュータ130は、以下のビーコンメッセージを受信するかもしれない。

デバイス120.1から:110.1受信した

デバイス120.2から:110.1受信した

デバイス120.3から:110.3受信した

【0056】

この場合、既知のビーコンID110.2は、受信したビーコンメッセージのいずれにも見つからない。制御コンピュータ130は、ビーコン110.2に問題がある可能性が高いと結論付けてもよい。制御コンピュータは、問題のメンテナンスを警告するために、エラー信号、例えば電子メール、問題レポート等を生成してもよい。エラー信号は、欠けているビーコンID、例えば110.2を含んでもよい。

【0057】

計算を容易にするために、制御コンピュータ130は、最初に収集した(collective)ビーコンメッセージに含まれるビーコン識別子のリストを生成してもよい。例えば、第3の検証期間において、制御コンピュータは、受信ビーコン識別子のリストを{110.1、110.3}として生成し、次に既知のビーコンIDのリストを受信ビーコンIDのリストと比較してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 8 】

一実施形態では、既知のビーコンIDのリストは、受信したビーコンメッセージから構築される。例えば、第1の検証期間において、制御コンピュータ130は、以下のビーコンメッセージを受信する。

デバイス120.1から：110.1受信した

デバイス120.2から：110.1、110.2受信した

デバイス120.3から：110.2、110.3受信した

【 0 0 5 9 】

これらのビーコンメッセージから、制御コンピュータは、既知のビーコンIDのリスト、例えばリスト内に少なくとも一度出現する各ビーコンIDを生成する。この場合、生成された既知のビーコンIDのリストは{110.1、110.2、110.3}である。上記のように第2及び第3の検証期間においてメッセージを受信した後、システムは、上記のように第3の検証期間において失われたビーコンを検出することができる。

10

【 0 0 6 0 】

既知のリストが制御コンピュータ130に記憶されている場合、又は既知のリストが制御コンピュータによって生成されている場合の両方において、ビーコンが位置特定システムに追加されることが起こり得る。例えば、図1cでは、ビーコン110.4が追加されている。例えば、ビルオートメーションシステム120.1から受信されたビーコンメッセージは110.4を含み得る。これは、不正なビーコンを指す可能性がある。また、制御コンピュータ130は、エラー信号等でこの問題にフラグを立てる可能性がある。

20

【 0 0 6 1 】

図1bに戻る。ビルオートメーションデバイスは、ビーコン識別子メモリ内のビーコン識別子と共に信号強度インディケーションを記憶するようさらに構成され、ビーコンメッセージは、ビーコン識別子及び信号強度インディケーションを含んでもよい。

【 0 0 6 2 】

一実施形態では、制御コンピュータ130は、第1の期間中に第1のビーコンメッセージのセットにおいて複数のビルオートメーションデバイスから受信したビーコン識別子を含むビーコン識別子の既知のリストを生成し、ビーコン検証コンピュータは、ビーコン識別子の既知のリストを記憶するよう構成される。

例えば、第1の検証期間において、制御コンピュータ130は、以下のビーコンメッセージを受信する。

30

デバイス120.1から：RSSIS11を伴う110.1受信した

デバイス120.2から：RSSIS21を伴う110.1、RSSIS22を伴う110.2受信した

デバイス120.3から：RSSIS32を伴う110.2、RSSIS33を伴う110.3受信した

【 0 0 6 3 】

制御コンピュータ130は、この情報から以下のリストを作成してもよい。

既知のビーコン：

110.1；RSSIS11を伴う120.1により受信、RSSIS21を伴う120.2により受信

40

110.2；RSSIS22を伴う120.2により受信、RSSIS32を伴う120.3により受信

110.3；RSSIS33を伴う120.3により受信

【 0 0 6 4 】

第2の期間、例えば次の日に、既知のビーコンのうちの1つのビーコンが受信されない場合、上述のようにエラー信号が生成され得る。ビーコンが受信されたが、受信信号強度インディケーションが小さい場合、これは、エラーを指す可能性がある。一実施形態では、閾値が、受信信号強度インディケーションがより小さい、例えば、少なくとも所定の数dBm、又は所定のパーセンテージより小さいかどうかを決定するために使用される。

50

【 0 0 6 5 】

ビーコンとは無関係の理由で信号強度が低下する場合がある。例えば、家具を移動すると信号強度が低下する場合がある。誤判定(false positive)の数を減らすために、一実施形態では、受信信号強度は、複数のビルオートメーションデバイスについて、例えば少なくとも2、少なくとも3等低減されなければならない。一実施形態では、可能であれば追加で、例えば当面のクラスで最も受信が良かったビルオートメーションデバイスについて受信強度が低減されることが必要とされる。これらのケースでは、信号強度の低下は、位置特定特性にもつながる可能性があることに留意されたい。これらは、例えば本明細書に開示された方法で同様に検出され得る。

【 0 0 6 6 】

制御コンピュータは、全てのビルオートメーションデバイスについて受信信号強度を記憶する必要はない。例えば、制御コンピュータ130は、1つ、例えば最も強い信号だけ記憶してもよい。例えば、制御コンピュータ130は、以下のリストを作成してもよい。

既知のビーコン：

110.1; RSSIS11を伴う120.1により受信

110.2; RSSIS22を伴う120.2により受信

110.3; RSSIS33を伴う120.3により受信

【 0 0 6 7 】

例えば、ビルオートメーションデバイス120.2におけるビーコン110.1の信号強度S21は、ビルオートメーションデバイス120.1において受信されるものよりもはるかに小さい。その結果、S21は信頼性が低くなり、誤判定が発生する可能性がある。

【 0 0 6 8 】

受信信号強度を検証することは、記憶されたビーコン識別子と組み合わせられてもよい。例えば、制御コンピュータ130は、登録されたビーコン識別子の所与のリストと共に受信信号強度を記憶してもよい。ビーコンの受信可能性についての定期的な報告は、ビーコンの受信が消えたいかなる場合の警告サービスとともに、サービスとして提供されてもよい。

【 0 0 6 9 】

興味深いことに、ビーコンの位置は、ビルオートメーションデバイスの既知の位置から推定されることができる。ある意味では、位置特定システムの位置特定特性は逆に使用される。物体の位置を推定するためにビーコンの既知の位置を使用するのではなく、ビルオートメーションデバイスの既知の位置が、ビーコンの位置を推定するために使用されてもよい。

【 0 0 7 0 】

一実施形態では、ビーコン認証コンピュータは、複数のビルオートメーションデバイスの位置を含むビルオートメーションデバイスのメモリを備えてもよい。例えば、これらの位置は座標で与えられてもよい。これらの位置はそれ自体推定値であってもよく、その場合システムの精度は低下する。既知の位置を有する十分な数、例えば少なくとも3つのビルオートメーションデバイスでビーコンが受信される限り、すべてのビルオートメーションデバイスの位置が分かっている必要はない。

【 0 0 7 1 】

プロセッサ回路は、異なる位置に配置された複数のビルオートメーションデバイスによってレポートされた複数の信号強度インディケーションをビーコン識別子について決定するよう構成される。例えば、プロセッサ回路は、異なるビルオートメーションデバイスから来るビーコンメッセージを選択してもよい。次いで、プロセッサは、複数の信号強度インディケーション及び複数のビルオートメーションデバイスの位置からビーコン識別子に対応するビーコンの位置を推定してもよい。例えば、プロセッサ回路は、複数のビーコンの受信からビーコン受信機の位置を推定するために従来から使用されているものと同じアルゴリズムを使用してもよい。

【 0 0 7 2 】

ビーコンの位置を取得することは、いくつかの目的のために使用されてもよい。例えば、

10

20

30

40

50

例えば上記のように、問題がビーコンで検出された場合である。サービス担当者は、正しい位置に、又は少なくともほぼ正しい位置に、例えばビーコンのバッテリーを交換するために送られてもよい。ビーコンの位置を取得することは、位置特定サービスを開始するために使用されてもよい。例えば、一実施形態では、照明システムの設置場所が分かっている、例えば照明プランに示されている照明システムが設置されている。この情報はビーコンの位置を推定するために使用されることができる。ビーコンの位置の初期推定は、推定された位置を、例えばビーコン検証デバイスのディスプレイ上に表示される、マップ上に示すことにより改善されてもよい。オペレータは、ビーコンを実際の位置に簡単に移動できる。これは、ビーコンの位置を手で完全にマッピングするよりもはるかに高速である。ビーコン検証デバイスは、モバイルデバイス、例えば携帯電話、又はタブレットであってもよい。

10

【0073】

図1dでは、ビーコンのビーコン識別子を変更されている。これは、便乗又はなりすましのリスクを減らすためになされてもよい。例えば、位置特定サービスのオペレータは、自身の位置特定サービスへの未認可アクセスを望まない場合がある。これは、認可されたオペレータだけがビーコン識別子とビーコン位置との間の真の関係を知ることができるように、ビーコン識別子を定期的に変更することによって達成されてもよい。しかしながら、この場合、識別子のマッピングをチェックすることが望ましいであろう。

【0074】

制御コンピュータ130は、推定位置を使用してこの機能を実行することができる。例えば、ある時点で、例えば第1の期間中、制御コンピュータ130は、位置特定システム内のビーコンの位置を推定し、ビーコン識別子の第1のリストと推定位置とを記憶する。

20

【0075】

例えば、図1bに示されるシステムの場合、このリストは以下の通りであり得る。(ビーコンの位置を推定するために、図1bには示されていない追加のビルオートメーションデバイスが使用され得ると仮定する。)

ビーコン 推定位置
 110.1 L1
 110.2 L2
 110.3 L3

30

【0076】

後に、第2の期間において、ビーコン識別子を変更された後に、制御コンピュータ130は、再びビーコンの位置を推定し、斯くして、第2のビーコン識別子のリスト及び推定位置を取得する。例えば、図1dでは、同じシステムが示されているが、異なるビーコン識別子を有する。制御コンピュータ130は以下のリストを取得してもよい。

ビーコン 推定位置
 110.a L3
 110.b L2
 110.c L1

40

【0077】

制御コンピュータ130は、識別子に対するマッピングを見つけるために第1及び第2のリストをマッチングしてもよい。例えば、制御コンピュータ130は、第1のリスト内の第1のビーコン識別子、例えばビーコン110.1、及び第2のリスト内の異なる第2のビーコン識別子、例えばビーコン110.cが、同じ推定位置、この場合位置L1にあると判断してもよい。これがすべてのビーコンに対して行われると、次のマッピングが得られる。

古いビーコンID 新しいビーコンID
 110.1 110.c
 110.2 110.b
 110.3 110.a

50

【 0 0 7 8 】

位置が古いビーコンIDについて知られている場合、このマッピングは、位置特定サービスによって使用されてもよい。マッピングは、ビーコンIDの変更が正しく行われたかどうかを検証するためにも使用されてもよい。

【 0 0 7 9 】

一実施形態では、制御コンピュータ130は、ビーコンの位置を推定するよう構成される。これは、ビーコン位置サービス会社へのサービスとして提供されることが可能である。これにより、ビーコン会社は、建築プランにおけるビーコンの正確な配置及びすべてのビーコン識別子のリストを用いて、すべての受信可能なビーコンの完全な文書化を得てもよい。これは、ビーコンのマッピングを、空間に人が存在する必要がないように遠隔で行われ得、ビーコンが変更されるたびに簡単に繰り返されることが可能である簡単なプロセスにする。

10

【 0 0 8 0 】

一実施形態では、制御コンピュータ130は、例えば建物空間ごとに、例えば部屋ごとに、動的な位置特定エラー訂正(dynamic localization error correction)を計算する。この動的な位置特定エラーは、制御コンピュータにレポートされる、空間内で利用可能なビーコンに基づいてもよい。ビーコン検証コンピュータは、所与の建物空間について測定される位置特定精度(localization accuracy)を計算してもよい。この精度は、位置特定システムのサービス品質を検証するためにサービスビジネスモデルにおいて使用されてもよい。

【 0 0 8 1 】

図1eは、ビルオートメーションシステムの実施形態の一例を概略的に示す。システム100では、制御コンピュータ130はビルオートメーションシステムを制御するが、ビーコン検証コンピュータとしても機能する。図1eでは、これら2つの機能は、2つの異なる計算、すなわち制御コンピュータ130とビーコン検証デバイス130'に分けられている。

20

【 0 0 8 2 】

図1eは、図1aのシステムと同様のビルオートメーションシステム100'を示す。システム100'は、通信インターフェース132'とプロセッサ回路134'とを備える別個のビーコン検証コンピュータ130'を含む。ビーコン検証コンピュータ130'は、複数のビルオートメーションデバイスからビーコン識別子を含むビーコンメッセージを受信するよう構成される。例えば、ビーコン検証コンピュータ130'は、例えばコンピュータネットワーク145を介してビルオートメーションデバイスと直接通信してもよい。例えば、ビーコン検証コンピュータ130'は、制御コンピュータ130と通信し、制御コンピュータ130からビーコンメッセージを受信してもよい。例えば、ビルオートメーションデバイスは、例えばネットワーク145を介してビーコンメッセージを制御コンピュータ130に送信してもよく、制御コンピュータはビーコンメッセージをビーコン検証コンピュータ130'に転送してもよい。後者の選択肢は、図1eにおいて破線で示されている。

30

【 0 0 8 3 】

制御コンピュータ130は、ビルオートメーションシステムを制御することに限定されてもよい。例えば、ビルオートメーションシステムがコネクテッドライティングネットワークである場合、制御コンピュータ130は、ビルオートメーションシステム内の照明器具のオン/オフの切り替えを制御することができる。

40

【 0 0 8 4 】

制御コンピュータ130はまた、位置特定の品質を検証するために使用されてもよい。例えば、制御コンピュータ130は、2つのビルオートメーションデバイスにおけるビーコン受信間の類似度を計算してもよい。ペアの類似度が閾値を超える場合、例えばビーコン受信があまりにも類似している場合、位置特定(localization)は、これら2つのビルオートメーションデバイスの位置を非常にうまく区別することができない。これは、ビーコンを追加する、及び/又はビーコンの位置を変更することにより解決されてもよい。

【 0 0 8 5 】

50

類似度は、さまざまな方法で実施されてもよい。一実施形態では、類似度は、2つのビーコンが位置する見込みのある領域(likely region)間のオーバーラップを表す。

【0086】

例えば、図5aを考える。図5aには、2つのビルオートメーションデバイス120.1及び120.2が示されている。デバイス120.1及び120.2は、それらが受信できるビーコン及び対応する信号強度を制御コンピュータ130にレポートしている。例えば、2つのビルオートメーションデバイスのうちのちょうど1つによって受信されるビーコンの数を計算することによって、信号強度を使用せずに類似度を計算することが可能であることに留意されたい。

【0087】

ビーコンメッセージでレポートされたビーコン受信を使用して、制御コンピュータは、いくつかのビルオートメーションデバイス、例えばサブセット又は各ビルオートメーションデバイスの位置を計算する。この場合、位置は、ビルオートメーションデバイスが位置する見込みのあるエリア(likely are)として表される。ビーコンネットワークを使用して位置を特定する固有の不正確さがある。この場合、例えば、受信したビーコンとビルオートメーションデバイスとの間の距離について下限及び上限が計算される三角ロケーション(trilateral location)が使用されてもよい。各ビーコンについて、下限及び上限は、ビルオートメーションデバイスが位置され得る領域を定義する。可能性のある領域の共通部分(intersection)は、ビルオートメーションデバイスが位置する見込みのあるエリアを定義する。

【0088】

見込みのあるエリアを得るための他の方法があることに留意されたい。例えば、より高度なロケーションアルゴリズム、例えば確率的アルゴリズムが利用可能である。後者の場合、エリアは、その確率でビルオートメーションデバイスを含む95%の可能性のある領域として定義され得る(他の割合、例えば90%等が可能である)。例えば、ビルオートメーションデバイスの座標を生成するアルゴリズムのみが利用可能である場合、ビルオートメーションデバイスの周りに、使用される技術の固有の不正確さを示す半径を有する(仮想)円が描かれてもよい。

【0089】

類似度又は2つのビルディングデバイスは、2つのビルオートメーションデバイスについての推定ロケーション領域間のオーバーラップエリアを示してもよい。

【0090】

図5aは、ビルオートメーションデバイス120.1についての見込みのある領域501、及びビルオートメーションデバイス120.2についての見込みのある領域502を示す。2つの領域の間には大きな重なりがある。これは、ロケーションデバイスがビルオートメーションデバイス120.1と120.2の位置を区別しないことを意味する。図5bは、類似度が減少した状況を示す。見込みのある領域間にはまだ重複があるが、システムは明らかに2つの位置の間の違いを見ることができる。最後に、図5cにおいて、重なりはゼロに減少した。ロケーションシステムは、デバイス120.1と120.2の位置をよく区別することができる。一実施形態では、制御コンピュータ130は、ビルオートメーションデバイスについて、例えば建物内の多数の位置を表す選択されたセットについて見込みのある領域を計算し、次に、選択されたセットの各対についてそれらの見込みのある領域における重なりを計算する。例えば、選択されたビルオートメーションデバイスは、建物全体にわたって多かれ少なかれ均等に分配されてもよい。

【0091】

類似度を計算する他の方法がある。例えば、様々なビーコンの受信を表すビルオートメーションデバイスについてのベクトルが計算されてもよい。類似度は、2つのベクトル間の類似性、例えばそれらの(平均)二乗誤差、例えば二乗成分ごとの差の和を計算してもよい。この場合、低い二乗誤差は高い類似性を示す。

【0092】

10

20

30

40

50

一実施形態では、制御コンピュータ130のプロセッサ回路134は、ビルオートメーションデバイスによってレポートされたビーコン受信からビルオートメーションデバイスとは異なる位置におけるビーコン受信を推定するよう構成される。例えば、特定の位置における特定のビーコン受信の受信は、ビルオートメーションデバイスにおけるビーコンのビーコン受信から補間することによって推定されてもよい。推定ビーコン受信を使用して、ビルオートメーションデバイスの位置ではない位置についても上記の分析が行われることができる。例えば、ビーコン受信が推定される各位置について多数の位置、例えばグリッドが選択されてもよい。推定ビーコン受信を使用して、位置の対の間の類似性スコアが計算されてもよい。

【0093】

一実施形態では、制御コンピュータ130は、位置特定システムを改善するために用いられてもよい。例えば、制御コンピュータ130は、既存のビーコンについての新しい位置又は追加のビーコンについての新しい位置を提案してもよい。ビーコン受信データを使用して、新しい位置におけるビーコンのビーコン受信が、例えば補間を用いて、推定されてもよい。例えば、補間は、多項式補間、例えば線形又は二次、又はより高次の補間であり得る。このようにして、新しい位置におけるビーコンの予期される受信が計算されてもよい。この予想受信を使用して、例えば上述のように新しい類似度を計算することができる。この計算では、新たなビーコンについての受信が追加される、又は受信値のうちの1つが置き換えられる、等々ある。

【0094】

所望の位置において新しいビーコン位置から送信された位置特定信号のビーコン受信が推定されると、所望の位置間の類似性測度が計算されることことができる。

【0095】

例えば、プロセッサ134は、例えば既存のビーコン又は新しいビーコンについて、異なる新しい位置にわたって反復するよう構成されてもよい。このようにして、位置特定システムの分解能を向上させることに良好な貢献をすると予期されるビーコン位置が選択されることができる。

【0096】

例えば、ビーコンサプライヤは最初に妥当な場所にビーコンを設置してもよい。第二段階において、すべての受信を収集するために照明システムを使用する。全ての照明デバイス及びそれらの識別子を有するプランは、例えば図4a及び4bに示されるように、全ての照明デバイスについての受信可能性及び全ての受信カテゴリが列挙されている全受信リストと共に照明システムからビーコンプロバイダへ提供される。上述のように、コンピュータ支援ツール、例えばビーコン検証デバイスが、建築プランにおける各ビーコンの位置を設定するために人によって使用されてもよい。

【0097】

一実施形態では、このリストはコンピュータベースであり、カテゴリ内にあるすぐ近くの照明デバイスを2つの異なる色で強調表示する。例えば、このツールは対話型であり、特定の照明デバイスをクリック又はポインティングした場合に受信の詳細を提供してもよい。これはまた、ビーコン当たりのRF信号強度の読み取り値又は導出された距離推定値のいずれかを含んでもよい。

【0098】

例えば、ビーコン検証コンピュータは、ビルオートメーションデバイス、例えば照明器具を新しいビーコン位置として選択してもよい。例えば、ビルオートメーションデバイスは、例えばネットワークを介してビルオートメーションデバイスに送信されるデジタルアクティベーションメッセージによってアクティブにされてもよい。ビルオートメーションデバイスは専用ビーコンデバイスよりも指向性の低いアンテナを使用している可能性もあり得る。しかしながら、専用ビーコンデバイスが故障している場合、照明器具から送信されるビーコンを使用する方が、ビーコンをまったく持たない場合より優れている。

【0099】

10

20

30

40

50

一般に、通信インターフェースは、ローカルエリアネットワーク又はワイドエリアネットワーク、例えばインターネットへのネットワークインターフェース等の様々な形態をとることができる。通信インターフェースは、有線、例えばイーサネット（登録商標）インターフェース、PoEインターフェースなどであってもよい。通信インターフェースは無線、例えばWi-Fi、ZigBeeなどであってもよい。

【0100】

典型的には、ビーコン検証デバイス130'、制御デバイス130、ビーコン110及びビルオートメーションデバイス120はそれぞれ、デバイスに格納された適切なソフトウェアを実行するマイクロプロセッサ（図1a～1eには別々には示されていない）を備える。例えば、そのソフトウェアは、対応するメモリ、例えばRAM等の揮発性メモリ、又はフラッシュ等の不揮発性メモリ（別個には図示せず）にダウンロード及び/又は格納されている。代替的に、デバイスは、全体的に又は部分的に、例えばフィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）等のプログラマブルロジックに実装されてもよい。これらのデバイスは、いわゆる特定用途向け集積回路（ASIC）、すなわち、それらの特定の用途向けにカスタマイズされた集積回路（IC）として全体的又は部分的に実装されてもよい。例えば、回路は、例えば、Verilog、VHDL等のハードウェア記述言語を使用して、CMOSで実装されてもよい。

10

【0101】

図8は、街路照明システム300を有する街路310を概略的に示し、街路照明システム300には、検証システムの1つ又は複数の実施形態が提供される。街路に沿って街路照明システム300を形成する街灯ポール330～335がある。本明細書では、照明ポールという用語は、ポールの上部の照明器具並びにポール及び/又はポールの上部の照明器具に設けられた付加的な任意の駆動回路と共に、ポールそのものを指す。照明ポール330では、個別要素、すなわち、照明器具340、ポール342、及び例えば照明器具340内のランプを駆動するための駆動回路を含むポールの上部の構成要素341が示されている。

20

【0102】

街灯には、ビーコンベースの位置特定システムが設置される。例えば、複数のビーコン110が近くに設置されてもよい。ビーコンのいくつかは街路灯の一部であってもよい。ビーコンのいくつかは独立したデバイスであってもよい。図8では、2つのビーコンが示されている。街路灯332はビーコンと共に設置されており、街路灯のない独立したビーコンも示されている。ビーコンベースの位置特定システムは、精密(precision)ナビゲーションシステムに使用されてもよい。例えば、自動運転は、精密位置特定デバイス(precision localization device)によって支援されてもよい。固定された不動アセットである照明ポール内の検証デバイスは、精密ナビゲーションシステムの適切な機能を検証する。

30

【0103】

図8の例では、街路灯331及び333内に2つの検証デバイス120が示されている。例えば、ビーコン受信機は照明器具340に設けられてもよい。検証デバイスの他の要素は、例えば、ランプの駆動回路も含む要素341に設けられる。通信インターフェースは、ビーコンメッセージをビーコン検証コンピュータに送信するために有線又は無線接続を介してネットワークに接続されてもよい。検証デバイスとコンピュータ130との間のデジタル接続は、図8において破線で示されている。

40

【0104】

図9は、検証デバイス、この場合はビルオートメーションデバイス、この場合はLED550が設置されている照明器具500の実施形態の一例を概略的に示す。照明器具500は、ビルオートメーションデバイスの一例である。

【0105】

照明器具500は、受電デバイス回路510を備える。受電デバイス回路510は、パワーオーバーイーサネット（登録商標）用に構成される。受電デバイス回路510は、パワーオーバーイーサネット接続511から照明器具500を駆動するための電力を得る。受

50

電デバイス回路 5 1 0 はさらに、照明器具 5 0 0 を制御コンピュータに接続するデジタルネットワークへのアクセスを提供するよう構成される。照明器具 5 0 0 は、LED 5 5 0 を駆動するドライバ 5 4 0 を備える。プロセッサ 5 3 0 は、制御接続 5 3 1 を介してドライバ 5 4 0 を制御する。例えば、プロセッサ 5 3 0 は、制御コンピュータ 1 3 0 から受信した制御信号に応じて LED をオン又はオフさせる。

【 0 1 0 6 】

照明器具 5 0 0 は、メモリ 5 2 0 及びプロセッサ回路 5 3 0 を備える。プロセッサ回路 5 3 0 は、メモリ 5 2 0 に記憶されているコンピュータ命令を実行する。メモリ 5 2 0 は、ビーコンメモリとしても使用されてもよい。

【 0 1 0 7 】

照明器具 5 0 0 は、ビーコン受信機 5 4 6 を含む。プロセッサ回路 5 3 0 は、ビーコン受信機 5 4 6 から取得されたビーコン識別子を含むビーコンメッセージを生成し、該メッセージを受電デバイスネットワーク接続 5 1 0 を介して制御コンピュータに送信するよう構成される。

【 0 1 0 8 】

図 6 a は、ビーコン検証方法 6 0 0 の一実施形態の一例を概略的に示す。ビーコン検証方法 6 0 0 は、

- 複数の電子ビルオートメーションデバイスからビーコン識別子を含むビーコンメッセージを受信するステップ 6 1 0 であって、複数のビーコン 1 1 0 が、複数のビルオートメーションデバイスの近くに設置され、ビーコンメッセージは、複数のビーコンから送信されビルオートメーションデバイスにおいて受信される位置特定ビーコン信号内のビルオートメーションデバイスにより受信されるビーコン識別子を含む、ステップと、
- 複数のビーコンを含む位置特定システムが正しく機能しているかどうかを判断するために複数のビーコンメッセージを分析するステップ 6 2 0 とを含む。

【 0 1 0 9 】

図 6 b は、ビーコン検証方法 6 4 0 の実施形態の一例を概略的に示す。本方法は、

- 第 1 の期間中に複数のビルオートメーションデバイスからビーコン識別子を含むビーコンメッセージを受信するステップ 6 4 2 と、
- 複数のビルオートメーションデバイスから先に受信されたビーコンメッセージから既知のビーコン識別子のリストを編集する (6 4 4) ことにより建物内に設置された複数のビーコンのビーコン識別子を含む既知のビーコン識別子のリストを取得するステップであって、既知のビーコン識別子のリストは、ビーコン識別子が少なくとも 1 つのビルオートメーションデバイスにより受信される信号強度インディケーションを含んでもよく、既知のビーコン識別子のリストは、例えば、記憶装置、例えば、ビーコン検証デバイスの電子メモリ又はハードドライブ等に記憶されてもよい、ステップと、
- 第 2 の期間中に複数のビルオートメーションデバイスからビーコン識別子を含むビーコンメッセージを受信するステップ 6 4 6 と、
- 第 2 の期間中に受信された複数のビーコンメッセージを分析して、複数のビーコンを含む位置特定システムが正しく機能しているかどうかを判断するステップとを含み、例えば、方法 6 4 0 は、以下の 3 つのうちの任意のステップ、すなわち、
- 複数のビルオートメーションデバイスから受信されたビーコンメッセージのセットにない既知のビーコン識別子のリスト内のビーコン識別子を決定するステップ 6 5 2、及び / 又は
- 既知のビーコン識別子のリストにないビーコンメッセージのセット内のビーコン識別子を決定するステップ 6 5 4、及び / 又は
- 少なくとも 1 つのビルオートメーションデバイスからのビーコンメッセージ内のビーコン識別子が、既知のリスト内の信号強度インディケーションよりも小さいビーコンメッセージ内の信号強度インディケーションを有することを決定するステップ 6 5 6 を含んでもよい。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 0 】

例えば、一実施形態では、ステップ 6 5 6 のステップ 6 5 4 の決定は省略されてもよい。

【 0 1 1 1 】

当業者には明らかであるように、本方法を実行する多くの異なる方法が可能である。例えば、ステップの順序は変更されることができ、又はいくつかのステップは並行して実行されてもよい。さらに、ステップ間に他の方法ステップが挿入されてもよい。挿入されたステップは、本明細書で述べられるような方法の改良を表してもよく、又は本方法とは無関係であってもよい。例えば、ステップ 6 5 2、6 5 4 及び 6 5 6 は、少なくとも部分的に並行して実行されてもよい。さらに、あるステップは、次のステップが開始される前に完全に終了していない可能性もあり得る。

10

【 0 1 1 2 】

本発明による方法は、プロセッサシステムに方法 6 0 0 又は 6 4 0 を実行させるための命令を含むソフトウェアを使用して実行されてもよい。ソフトウェアは、システムの特定のサブエンティティにより取られるステップのみを含んでもよい。ソフトウェアは、ハードディスク、フロッピー（登録商標）、メモリ、光学ディスク等の適切な記憶媒体に記憶されてもよい。ソフトウェアは、有線ネットワーク、無線ネットワークを介して、又はデータネットワーク、例えばインターネットを利用して信号として送られてもよい。ソフトウェアは、サーバ上でリモートで及び/又はダウンロードに供されてもよい。本発明による方法は、方法を実行するためにプログラマブルロジック、例えばフィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）を構成するよう構成されたビットストリームを使用して実行されてもよい。

20

【 0 1 1 3 】

本発明は、本発明を実践するために適合されたコンピュータプログラム、とりわけ、有形の担体上又は内にあるコンピュータプログラムにも及ぶことは理解されよう。プログラムは、ソースコード、オブジェクトコード、部分的にコンパイルされた形式等のコード中間ソース及びオブジェクトコードの形態、又は本発明による方法の実施に使用するのに適した任意の他の形態であってもよい。コンピュータプログラムプロダクトに関する一実施形態は、述べられた方法のうちの少なくとも 1 つの処理ステップの各々に対応するコンピュータ実行可能命令を含む。これらの命令は、サブルーチンに細分されてもよく、及び/又は静的又は動的にリンクされ得る 1 つ以上のファイルに記憶されてもよい。コンピュータプログラムプロダクトに関する他の実施形態は、述べられたシステム及び/又はプロダクトの少なくとも 1 つの手段の各々に対応するコンピュータ実行可能命令を含む。

30

【 0 1 1 4 】

図 7 a は、一実施形態による、コンピュータプログラム 1 0 2 0 を含む書き込み可能部分 1 0 1 0 を有するコンピュータ可読媒体 1 0 0 0 を示し、コンピュータプログラム 1 0 2 0 は、プロセッサシステムにビーコン検証方法を実行させる、又はビーコン検証デバイスを実装させるための命令を含む。コンピュータプログラム 1 0 2 0 は、物理的なマークとして、又はコンピュータ可読媒体 1 0 0 0 の磁化により、コンピュータ可読媒体 1 0 0 0 に具現化されてもよい。しかしながら、他の適切な実施形態も同様に考えられる。さらに、ここではコンピュータ可読媒体 1 0 0 0 が光ディスクとして示されているが、コンピュータ可読媒体 1 0 0 0 は、ハードディスク、ソリッドステートメモリ、フラッシュメモリ等の任意の適切なコンピュータ可読媒体であってもよく、再生専用又は記録可能であってもよいことは理解されよう。コンピュータプログラム 1 0 2 0 は、プロセッサシステムにビーコン検証方法を実行させるため、又はビーコン検証デバイスを実装させるための命令を含む。

40

【 0 1 1 5 】

図 7 b は、一実施形態によるプロセッサシステム 1 1 4 0 の概略図を示す。プロセッサシステムは、1 つ以上の集積回路 1 1 1 0 を備える。1 つ以上の集積回路 1 1 1 0 のアーキテクチャは、図 7 b に概略的に示されている。回路 1 1 1 0 は、一実施形態による方法を実行する、及び/又はそのモジュール又はユニットを実装するためにコンピュータプログ

50

ラムコンポーネントを実行するための、例えばCPU等の処理ユニット1120を備える。回路1110は、プログラミングコード、データ等を記憶するためのメモリ1122を備える。メモリ1122の一部は、読み取り専用であってもよい。回路1110は、通信エレメント1126、例えば、アンテナ、コネクタ又はその両方等を備えてもよい。回路1110は、本方法で定義された処理の一部又は全部を実行するための専用集積回路1124を備えてもよい。プロセッサ1120、メモリ1122、専用IC1124及び通信エレメント1126は、相互接続1130、例えばバスを介して相互に接続されてもよい。プロセッサシステム1110は、それぞれ、アンテナ及び/又はコネクタを使用して、接触及び/又は非接触通信のために構成されてもよい。

【0116】

例えば、一実施形態では、ビーコン検証デバイスは、プロセッサ回路及びメモリ回路を備え、プロセッサは、メモリ回路に記憶されたソフトウェアを実行するよう構成されてもよい。例えば、プロセッサ回路は、Intel Core i7プロセッサ、ARM Cortex-R8等であってもよい。メモリ回路は、ROM回路、又は不揮発性メモリ、例えばフラッシュメモリであってもよい。メモリ回路は、揮発性メモリ、例えばSRAMメモリであってもよい。後者の場合、検証デバイスは、ソフトウェアを提供するよう構成される不揮発性ソフトウェアインターフェース、例えばハードドライブ、ネットワークインターフェース等を含んでもよい。ビーコン及びビルオートメーションデバイスもまた、プロセッサを含んでもよい。これは、例えば、ARM cortex M4プロセッサ等であり得る。

【0117】

以下の条項(Clause)は本発明の様々な実施形態に関する。出願人は、本出願又はそれから派生する任意のさらなる出願の審査中に、斯かる条項及び/又は斯かる条項の組み合わせ及び/又は本願明細書から得られる特徴に対して新しい請求項が作成され得ることを通知する。

【0118】

条項1 ビーコンベースの位置特定システムのための電子検証システムであって、

(I) 複数の電子検証デバイス(120)であって、

- 外部ビーコン検証コンピュータ(130)と通信するよう構成される通信インターフェース(122)と、

- 複数の検証デバイスの近くに設置された複数のビーコン(110)から送信される位置特定ビーコン信号を受信するよう構成されるビーコン受信機(124)であって、位置特定ビーコン信号は、該位置特定ビーコン信号が発信されたビーコンを識別するビーコン識別子を含む、ビーコン受信機と、

- ビーコン受信機により受信されたビーコン識別子を記憶するためのビーコン識別子メモリ(126)と、

- プロセッサ回路(128)であって、

- ビーコン識別子メモリに記憶されたビーコン識別子を含むビーコンメッセージを生成し、

- 外部ビーコン検証コンピュータにビーコンメッセージを送信する

よう構成されるプロセッサ回路と

を含む、複数の電子検証デバイスと、

(II) ビーコン検証コンピュータ(130)であって、

- 複数の電子検証デバイスと通信する、及び複数の検証デバイスからビーコン識別子を含むビーコンメッセージを受信するよう構成される通信インターフェース(132)と、

- プロセッサ回路(134)であって、

- 複数のビーコンメッセージを分析して、複数のビーコンを含む位置特定システムが正しく機能しているかどうかを判断する

よう構成されるプロセッサ回路と

を含む、ビーコン検証コンピュータと

を含む、電子検証システム。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 9 】

条項 2 検証システムはビルオートメーションシステムであり、検証デバイスはビルオートメーションデバイスである、請求項 1 に記載の電子ビルオートメーションシステム。

【 0 1 2 0 】

条項 3

- ビルオートメーションシステムは、コネクテッドライティングシステムであり、複数のビルオートメーションデバイスは、少なくとも 1 つ以上の照明器具を含む、及び / 又は
 - ビルオートメーションシステムは、コネクテッド HVAC システムであり、複数のビルオートメーションデバイスは、少なくとも 1 つ以上の暖房、換気及び / 又は空調デバイスを含む、請求項 2 に記載の電子ビルオートメーションシステム。

10

【 0 1 2 1 】

条項 4 ビーコン検証コンピュータであって、

- 複数の電子検証デバイスと通信する、及び複数の検証デバイスからビーコン識別子を含むビーコンメッセージを受信するよう構成される通信インターフェースと、
 - 複数のビーコンメッセージを分析して、複数のビーコンを含む位置特定システムが正しく機能しているかどうかを判断するよう構成されるプロセッサ回路とを含む、ビーコン検証コンピュータ。

【 0 1 2 2 】

条項 5 検証デバイス (1 2 0) であって、

- 外部ビーコン検証コンピュータ (1 3 0) と通信するよう構成される通信インターフェース (1 2 2) と、
 - 複数の検証デバイスの近くに設置された複数のビーコン (1 1 0) から送信される位置特定ビーコン信号を受信するよう構成されるビーコン受信機 (1 2 4) であって、位置特定ビーコン信号は、該位置特定ビーコン信号が発信されたビーコンを識別するビーコン識別子を含む、ビーコン受信機と、
 - ビーコン受信機により受信されたビーコン識別子を記憶するためのビーコン識別子メモリ (1 2 6) と、
 - プロセッサ回路 (1 2 8) であって、
 - ビーコン識別子メモリに記憶されたビーコン識別子を含むビーコンメッセージを生成し、
 - 外部ビーコン検証コンピュータにビーコンメッセージを送信するよう構成されるプロセッサ回路とを含む、検証デバイス。

20

30

【 0 1 2 3 】

上記の実施形態は本発明を限定するものではなく例示するものであり、当業者は多くの代替実施形態を設計することができることに留意されたい。

【 0 1 2 4 】

特許請求の範囲において、括弧内に置かれた参照符号は、特許請求の範囲を限定するものとして解釈されるべきではない。「有する」という動詞及びその活用形の使用は、請求項に記載された要素又はステップ以外の要素又はステップの存在を排除するものではない。要素に先行する冠詞「a」又は「an」は、複数の斯かる要素の存在を排除するものではない。本発明は、いくつかの別個の要素を含むハードウェアにより、及び適切にプログラムされたコンピュータにより実施されることができる。いくつかの手段を列挙するデバイスの請求項において、これらの手段のいくつかは、同一のハードウェアのアイテムにより具体化されることができる。特定の手段が相互に異なる従属請求項に列挙されているという単なる事実は、これらの手段の組み合わせが有利に使用できないことを示すものではない。

40

【 0 1 2 5 】

特許請求の範囲において、括弧内の参照は、実施形態の図面又は実施形態の式における参照符号を参照し、したがって、請求項の明瞭性を高める。これらの参照は、請求項を限定するものとして解釈されるべきではない。

50

【符号の説明】

【0126】

図1 a ~ 1 e 中の参照番号のリスト：

100	ビルオートメーションシステム	
110	ビーコン	
110 . 1 ~ 110 . 4	ビーコン	
110 . a ~ 110 . c	ビーコン	
112	無線回路	
114	ビーコンメモリ	
120	電子ビルオートメーションデバイス	10
120 . 1 ~ 120 . 3	電子ビルオートメーションデバイス	
122	通信インターフェース	
124	ビーコン受信機	
126	ビーコン識別子メモリ	
128	プロセッサ回路	
130	制御コンピュータ	
132	通信インターフェース	
134	プロセッサ回路	
130'	ビーコン検証コンピュータ	
132'	通信インターフェース	20
134'	プロセッサ回路	
140	位置特定システム	
145	デジタルネットワーク	

30

40

50

【図面】

【図 1 a】

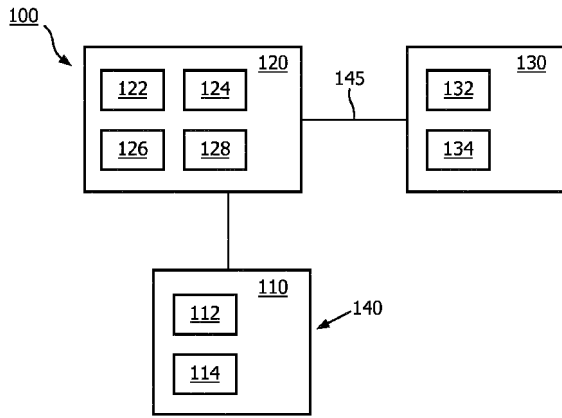


FIG. 1a

【図 1 b】

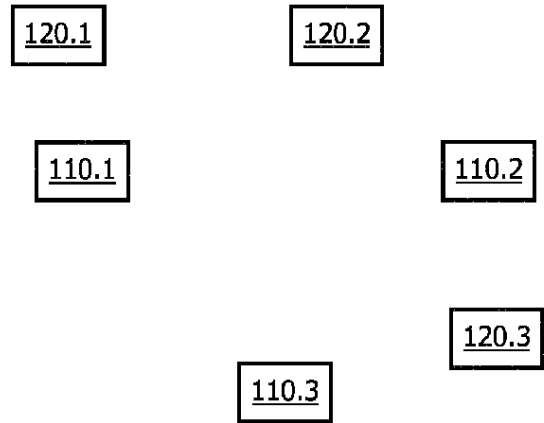


FIG. 1b

【図 1 c】

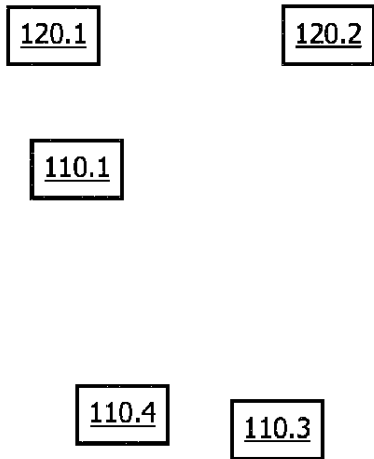


FIG. 1c

【図 1 d】

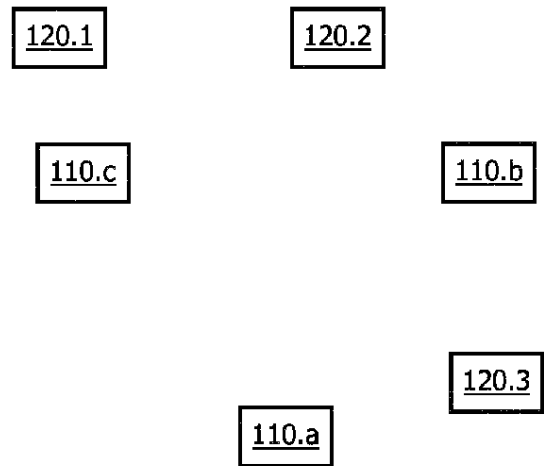


FIG. 1d

10

20

30

40

50

【 図 1 e 】

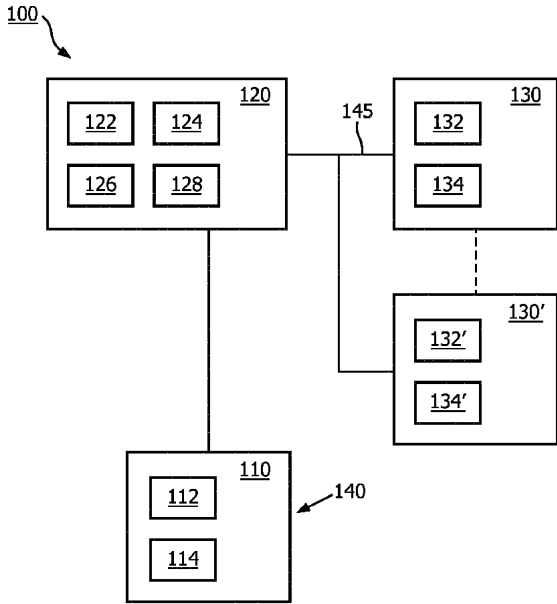


FIG. 1e

【 図 2 a 】

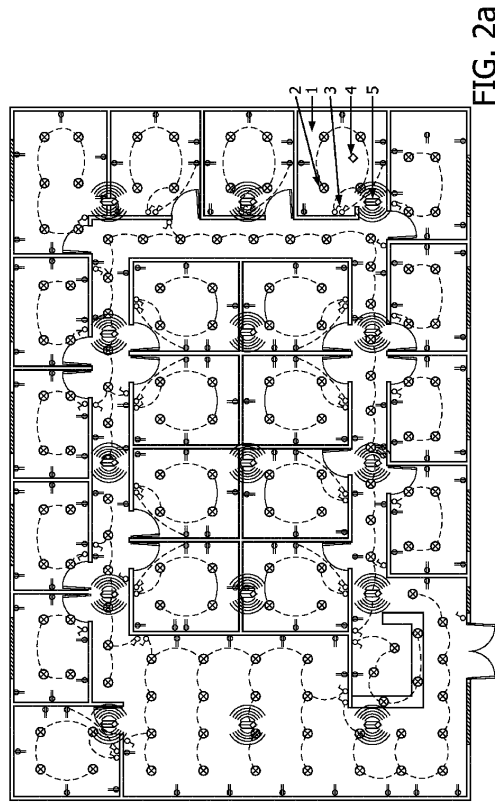


FIG. 2a

【 図 2 b 】

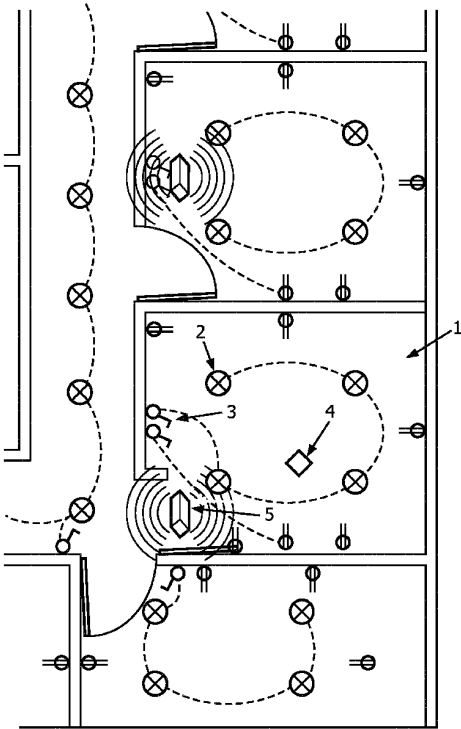


FIG. 2b

【 図 3 】

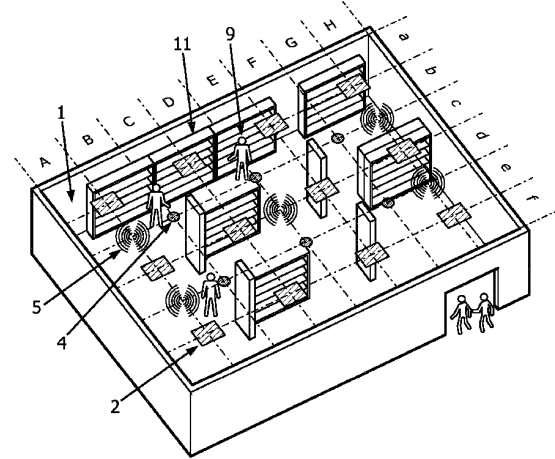


FIG. 3

10

20

30

40

50

【 図 4 a 】

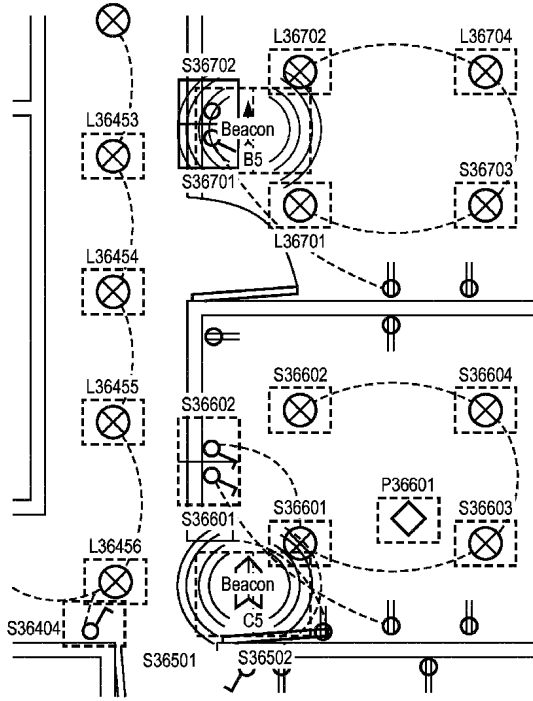


FIG. 4a

【 図 4 b 】

Information about beacon reception					
Lighting device		Est. distance in m		Distance category	
Device	Device class	Beacon B5	Beacon C5	Cat B5	Cat C5
S36701	Flip switch	0,2	3,5	immediate	far
L36701	Luminaire/troffer 2x2	0,3	3	immediate	far
L36702	Luminaire/troffer 2x2	0,3	4	immediate	far
S36702	Flip switch	0,3	3,7	immediate	far
L36453	Luminaire/downlight	1	3,5	near	far
L36452	Luminaire/downlight	1,4	4,5	near	far
L36454	Luminaire/downlight	1,6	2,5	near	far
L36708	Luminaire/troffer 2x2	1,9	3,5	near	far
L36704	Luminaire/troffer 2x2	2	4,4	near	far
L36602	Luminaire/troffer 2x2	2,2	1,4	far	near
L36455	Luminaire/downlight	2,5	1,7	far	near
S36602	Flip switch	2,5	1,1	far	near
S36601	Flip switch	2,6	0,9	far	near
L36604	Luminaire/troffer 2x2	2,8	2,3	far	far
L36601	Luminaire/troffer 2x2	3,2	0,5	far	immediate
P36601	Presence detector	3,2	1,4	far	near
L36456	Luminaire/downlight	3,6	1	far	near
L36608	Luminaire/troffer 2x2	3,7	1,9	far	near
S36404	Flip switch	4	1,8	far	near

FIG. 4b

【 図 5 a 】

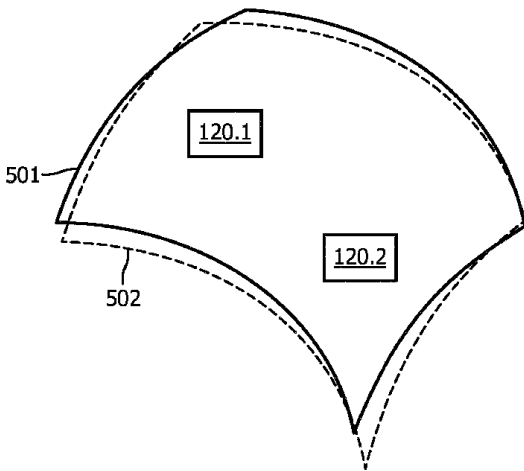


FIG. 5a

【 図 5 b 】

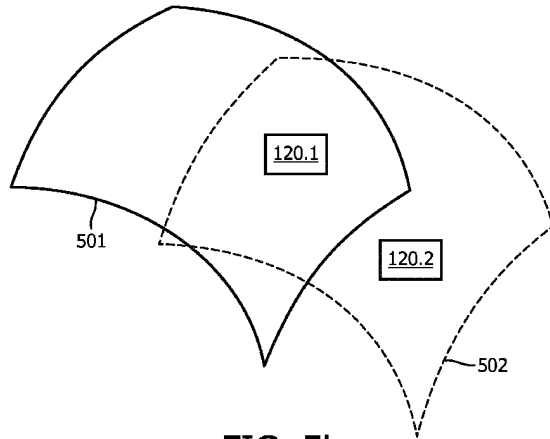


FIG. 5b


10

20

30

40

50

【 5 c】

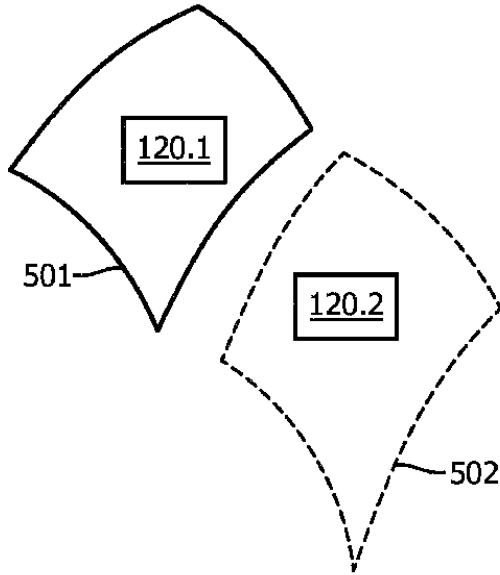



FIG. 5c

【 6 a】

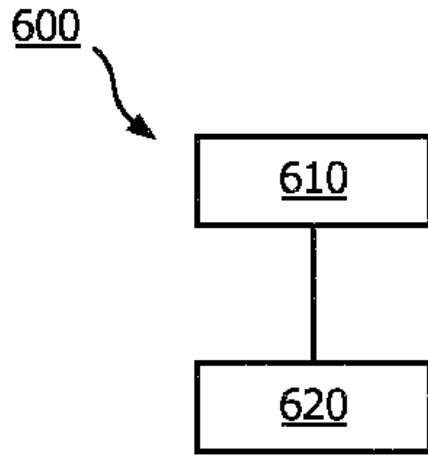



FIG. 6a

【 6 b】

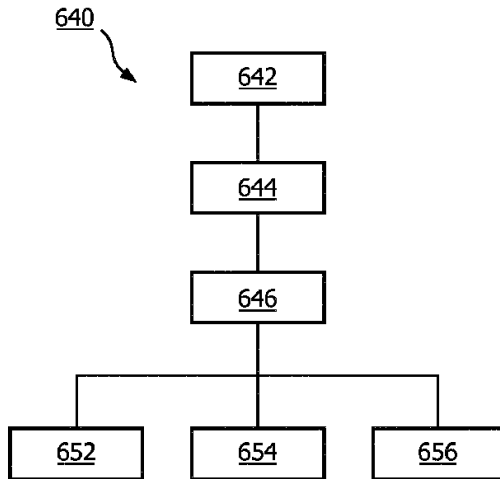



FIG. 6b

【 7 a】

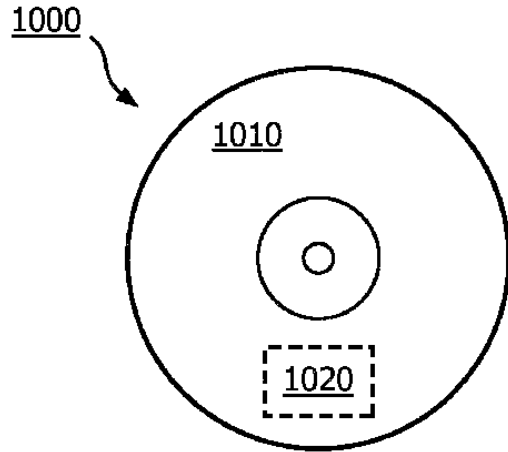


FIG. 7a

10

20

30

40

50

【 図 7 b 】

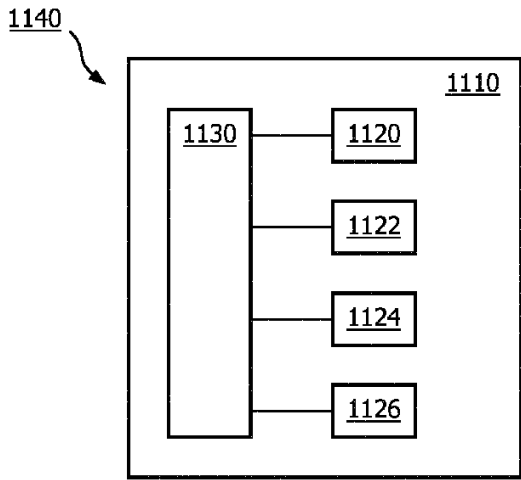


FIG. 7b

【 図 8 】

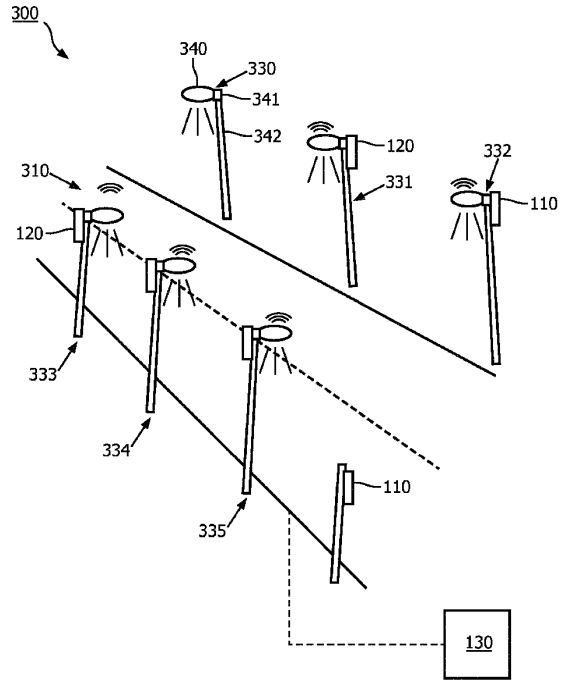


FIG. 8

【 図 9 】

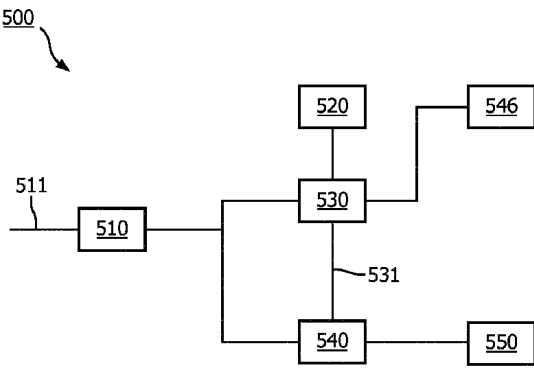


FIG. 9

10

20

30

40

50

フロントページの続き

トホーフエン ハイ テク キャンパス 45

(72)発明者 ラデルマシェール ハラルド ヨセフ ギュンター

オランダ国 5656 アーエー アイントホーフエン ハイ テク キャンパス 45

審査官 三枝 保裕

(56)参考文献 米国特許出願公開第2015/0334569 (US, A1)

特開2015-145865 (JP, A)

特開2011-185692 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H04B 7/24 - 7/26

H04W 4/00 - 99/00

G01S 5/02

G01S 1/68

3GPP TSG RAN WG1 - 4

SA WG1 - 4

CT WG1、4