

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6072932号
(P6072932)

(45) 発行日 平成29年2月1日(2017.2.1)

(24) 登録日 平成29年1月13日(2017.1.13)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 V 1/00 (2006.01)
 GO 1 S 15/87 (2006.01)
 HO 5 B 37/02 (2006.01)
 GO 1 S 7/524 (2006.01)
 GO 1 S 13/87 (2006.01)

GO 1 V 1/00 A
 GO 1 S 15/87
 HO 5 B 37/02 E
 GO 1 S 7/524 R
 GO 1 S 13/87

請求項の数 14 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-547216 (P2015-547216)
 (86) (22) 出願日 平成25年12月4日(2013.12.4)
 (65) 公表番号 特表2016-507728 (P2016-507728A)
 (43) 公表日 平成28年3月10日(2016.3.10)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2013/060615
 (87) 国際公開番号 W02014/097036
 (87) 国際公開日 平成26年6月26日(2014.6.26)
 審査請求日 平成27年6月15日(2015.6.15)
 (31) 優先権主張番号 61/738,534
 (32) 優先日 平成24年12月18日(2012.12.18)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 516043960
 フィリップス ライティング ホールディ
 ング ビー ヴィ
 オランダ国 5656 アーエー アイン
 トホーフェン ハイ テク キャンパス
 45
 (74) 代理人 110001690
 特許業務法人M&Sパートナーズ
 (72) 発明者 パンダリパンデ アシシュ ヴィジャイ
 オランダ国 5656 アーエー アイン
 ドーフェン ハイ テック キャンパス
 ビルディング 5

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 センサからのパルスの送信の制御

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

各々が、感知のためにパルスを送信するそれぞれの送信器と、前記それぞれの送信器から送信されるパルスのタイミングを制御するそれぞれのクロックと、パルスの反響インスタンスを受信するそれぞれの受信器と、を有する複数のセンサのうちの1つにおいて用いるための装置であって、

前記それぞれの送信器から前記それぞれの受信器によって受信された戻りの反響パルスに依存して生物又は物体を感知する、感知ロジックと、

前記それぞれの受信器を用いて1以上の他のセンサからのパルスのインスタンスをリスニングし、これに基づいて前記それぞれの送信器からのパルスのタイミングを調節することによって、前記それぞれのクロックと前記1以上の他のセンサのクロックとの間のクロック不一致を補正する、タイミングロジックと、
 を含み、

前記タイミングロジックは、各波形が前記1以上の他のセンサから受信された1以上のパルスを含む、複数のフレームの1つからの波形の表現と、前記複数のフレームの他の1つからの波形の表現との間の類似性の尺度を、これらの表現のうちの一方がタイミング値によって時間的にシフトされて、最大とする当該タイミング値を決定し、前記調節は前記タイミング値に基づいている、

装置。

【請求項 2】

10

20

前記センサの各々は、送信時に前記送信器の各々がフレーム毎に当該送信器のそれぞれのタイムスロットで1以上のパルスを送信するように、複数のフレームにわたって別々のそれぞれのタイムスロットで送信する、請求項1に記載の装置。

【請求項3】

前記タイミングロジックは、前記タイミング値を3以上の前記フレームにわたって蓄積し、前記タイミング値の前記蓄積に基づいて前記調節を行う、請求項1に記載の装置。

【請求項4】

前記タイミング値は、

$$\tau = \arg \max_{\tau} \int |x_0(t)|^2 |x_1(t + \tau)|^2 dt$$

10

によって、電力信号間の相関が最大となるずれとして決定され、ここで τ は前記タイミング値であり、 x_1 は前記波形のうちの1つであり、 x_0 は先行するフレームからの前記波形のうちの1つである、請求項1又は3に記載の装置。

【請求項5】

他のセンサの何れかが前記タイムスロットの何れかで既に送信しているかどうかを決定するために、前記他のセンサからのパルスのインスタンスをリスニングし、前記他のセンサのうちの1つによって未だ用いられていない前記タイムスロットの1つを選択し、後続のフレームにおいて、選択された前記タイムスロットを用いて前記それぞれの送信器からパルスを送信する、請求項2乃至4の何れか一項に記載の装置。

20

【請求項6】

前記タイミングロジックは、まず前記クロック不一致を補正し、次いで前記補正に対し閾値精度が得られたことを条件に、後続のフレームにおいて、前記選択されたタイムスロットを用いて前記それぞれの送信器からパルスを送信し始める、請求項5に記載の装置。

【請求項7】

前記タイミングロジックは、前記それぞれの送信器からのパルスの送信を開始する前に、前記フレームの少なくとも1つのフレームの最初の期間の間、前記リスニングを実行する、請求項6に記載の装置。

【請求項8】

前記最初の期間は、ランダム時間だけ延長される前記フレームの1つを含む、請求項7に記載の装置。

30

【請求項9】

各々が、感知のためにパルスを送信するそれぞれの送信器と、前記それぞれの送信器から送信されるパルスのタイミングを制御するそれぞれのクロックと、パルスの反響インスタンスを受信するそれぞれの受信器と、を有する複数のセンサのうちの1つにおいて用いるための装置であって、

前記それぞれの送信器から前記それぞれの受信器によって受信された戻りの反響パルスに依存して生物又は物体を感知する、感知ロジックと、

前記それぞれの受信器を用いて1以上の他のセンサからのパルスのインスタンスをリスニングし、これに基づいて前記それぞれの送信器からのパルスのタイミングを調節することによって、前記それぞれのクロックと前記1以上の他のセンサのクロックとの間のクロック不一致を補正する、タイミングロジックと、
を含み、

40

前記複数のセンサのうちの1つは、前記それぞれの送信器からのパルスに基づく能動モードと、パルスを送信しない受動モードとで動作可能なマルチモードセンサであり、

前記タイミングロジックは、近接するセンサが能動モードで動作しているかどうかを決定するために前記他のセンサからのパルスのインスタンスをリスニングし、前記近接するセンサが能動モードにあるときと同時に前記複数のセンサのうちの当該1つを能動モードで動作させることを回避する、

装置。

50

【請求項 10】

前記タイミングロジックは、前記センサ間で通信される又は中央コントローラからの専用のタイミング信号なしに、代わりに前記 1 以上の他のセンサからのパルスのインスタンスの前記リスニングを実行することによって動作する、請求項 1 乃至 9 の何れか一項に記載の装置。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 の何れか一項に記載の装置、前記送信器、前記クロック、及び前記受信器を含む、センサ。

【請求項 12】

前記センサ各々が請求項 1 乃至 10 の何れか一項に記載の装置を含む、複数のセンサを含む、システム。

【請求項 13】

各々が、感知のためにパルスを送信するそれぞれの送信器と、前記それぞれの送信器から送信されるパルスのタイミングを制御するそれぞれのクロックと、パルスの反響インスタンスを受信するそれぞれの受信器と、を有する複数のセンサのうちの 1 つを動作させるためのコンピュータプログラムであって、

コンピュータ可読記憶媒体上で具現化されるコードを含み、前記複数のセンサのうちの 1 つの処理装置上で実行されるときに、

前記それぞれの送信器から前記それぞれの受信器によって受信された戻りの反響パルスに依存して生物又は物体を感知する工程と、

前記それぞれの受信器を用いて 1 以上の他のセンサからのパルスのインスタンスをリスニングし、これに基づいて前記それぞれの送信器からのパルスのタイミングを調節することによって、前記それぞれのクロックと前記 1 以上の他のセンサのクロックとの間のクロック不一致を補正する工程と、

を実行し、

前記不一致を補正する工程は、各波形が前記 1 以上の他のセンサから受信された 1 以上のパルスを含む、複数のフレームの 1 つからの波形の表現と、前記複数のフレームの他の 1 つからの波形の表現との間の類似性の尺度を、これらの表現のうちの一方がタイミング値によって時間的にシフトされて、最大とする当該タイミング値を決定することを含み、前記調節は前記タイミング値に基づいている、

コンピュータプログラム。

【請求項 14】

各々が、感知のためにパルスを送信するそれぞれの送信器と、前記それぞれの送信器から送信されるパルスのタイミングを制御するそれぞれのクロックと、パルスの反響インスタンスを受信するそれぞれの受信器と、を有する複数のセンサのうちの 1 つを動作させるためのコンピュータプログラムであって、

コンピュータ可読記憶媒体上で具現化されるコードを含み、前記複数のセンサのうちの 1 つの処理装置上で実行されるときに、

前記それぞれの送信器から前記それぞれの受信器によって受信された戻りの反響パルスに依存して生物又は物体を感知する工程と、

前記それぞれの受信器を用いて 1 以上の他のセンサからのパルスのインスタンスをリスニングし、これに基づいて前記それぞれの送信器からのパルスのタイミングを調節することによって、前記それぞれのクロックと前記 1 以上の他のセンサのクロックとの間のクロック不一致を補正する工程と、

を実行し、

前記複数のセンサのうちの 1 つは、前記それぞれの送信器からのパルスに基づく能動モードと、パルスを送信しない受動モードとで動作可能なマルチモードセンサであり、

前記クロック不一致を補正する工程は、近接するセンサが能動モードで動作しているかどうかを決定するために前記他のセンサからのパルスのインスタンスをリスニングし、前記近接するセンサが能動モードにあるときと同時に前記複数のセンサのうちの当該 1 つを

10

20

30

40

50

能動モードで動作させることを回避することを含む、
コンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のセンサの中での使用のための、センサからのパルスの送信の制御に関する。

【背景技術】

【0002】

存在センサは、生物又は他の物体、典型的には人の存在を遠隔で感知するためのセンサである。例えば、存在の感知は、生物又は物体が動いているかどうかを検出すること、当該生物又は物体の動きの（例えば速さ又は速度といった）測定値を決定すること、当該生物又は物体のセンサからの距離範囲を決定すること、及び／又は（例えばセンサの範囲によって規定される）特定のゾーンにおける当該生物又は物体の存在の事実を単純に検出することを含み得る。

10

【0003】

存在センサは、能動又は受動の2つの種類で提供される。能動存在センサは、プロービング波形を送信し、次いで、例えば、反射信号内の特定の信号特性を用いて存在に関する情報を決定するといったように、センサにおいて戻って受信される当該波形の反射を用いて存在を検出するセンサである。能動センサの例は、超音波、無線周波数（RF）、又はマイクロ波の放射のパルスをそれぞれ出射し、これらパルスの反射に基づいて存在を感知する、超音波センサ、（例えばレーダといった）無線センサ、及びマイクロ波センサを含む。他方、受動存在センサは、当該受動存在センサ自体の波形を送信するのではなく、感知されるべき生物又は物体によって放出される放射、あるいは感知されるべき生物又は物体から反射されるが当該センサ自体以外の別の供給源に由来する放射に依存する。受動センサの例は、人又は他の生物等の対象物によって発せられる赤外線放射を感知する赤外線センサや、感知される生物又は物体から反射される（例えば太陽又は部屋の電気照明に由来する）光を検出する光センサを含む。

20

【0004】

存在センサは、広範囲のアプリケーションを有する。こうしたアプリケーションの1つは、照明システムの制御において見出される。例えば、オフィス照明は、典型的にはオフィスビル内の電力消費のほぼ30%を占めている。中に居る人の存在情報に基づくライト制御戦略は、エネルギー消費の低減に最も効率的であり得ることが知られている。したがって、環境配慮ビルディングのデザインは、典型的には存在適応照明制御システムを含む。

30

【0005】

超音波センサのような能動センサは、より大きな容積の空間において、受動赤外線センサよりも良好な検出を提供する傾向がある。より大きな物理的エリアでは、適切な検出カバレッジのために、複数の能動存在センサを有することが通常である。しかしながら、こうした存在感知システムが展開されるとき、能動送信間の相互干渉の恐れがある。システムが全体として適切に機能するために、理想的には、個々の存在センサの各々が、当該存在センサのそれぞれのカバレッジエリアにおける存在に関する情報を決定し得るべきである。（例えば超音波又はRFといった）能動センサ間の相互干渉は、屋内及び屋外の感知アプリケーションにおいてよく遭遇する問題であり、感知及び制御システムの適切な動作に影響する恐れがある。例えば、センサは、隣接するゾーンに人が居るときに、隣のセンサから傍受した送信に基づいて、誤ったアラームを始動させる恐れがある。こうした感知の誤作動は、照明制御システムを全体として妨害する恐れがある。

40

【0006】

また、能動存在センサは、問題のある相互干渉が発生する恐れのある他のアプリケーション、すなわちより詳細には、ある能動センサの動作が1以上の他のセンサに影響する恐れのある他のアプリケーションにおいても見出される。

50

【0007】

超音波センサネットワークにおける相互干渉管理の問題は、例えば、N.B. Priyantha、A. Chakraborty、及びH. Balakrishnanによる「The Cricket Location-Support system」、Annual Conference on Mobile computing and Networking, 2000、において検討されている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

個々の存在センサの各々が当該存在センサのそれぞれのカバレッジエリアにおける存在に関する情報を決定し得る状態で、システムが全体として適切に機能し得るように、別々の存在センサからの能動送信間の潜在的な相互干渉を回避することが望ましい。ある実施例では、センサが固有のタイムスロット内に各々送信するように、時分割多重プロトコルが使用される。しかしながら、本質的に信頼性の低いクロックのために、センサは当該センサの割り当てられたタイムスロットから経時的にドリフトする恐れがある。これは、相互干渉については信頼性の低い検出をもたらす恐れがある。したがって、本発明の実施形態によって対処され得る1つの目的は、タイムスロットが調整されたまま維持され、適切なセンサシステムの実行を保証するように、クロック同期のための方法を提供することである。より一般的には、センサ間で発生する恐れのある任意の干渉又は他の望ましくない効果を緩和するためにせよ、あるいはセンサの同期された動作を通じて達成され得る任意の望ましい効果を得るためにせよ、あるセンサからのパルスの送信を1以上の他のセンサとの関連で制御することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本明細書の開示のある態様によると、各々が、感知のためにパルスを送信するそれぞれの送信器と、それぞれの送信器から送信されるパルスのタイミングを制御するそれぞれのクロックと、パルスの反響インスタンスを受信するそれぞれの受信器とを有する複数のセンサのうちの1つにおいて用いるための装置が提供される。装置は、それぞれの送信器からそれぞれの受信器によって受信された戻りの反響パルスに依存して生物又は物体を感知する感知ロジックを含む。また、装置は、それぞれのクロックと1以上の他のセンサのクロックとの間のクロック不一致を補正するタイミングロジックを含む。タイミングロジックは、それぞれの受信器を用いて1以上の他のセンサからのパルスのインスタンスをリスニングし、これに基づいてそれぞれの送信器からのパルスのタイミングを調節することによって補正を行う。

【0010】

別の態様によると、コンピュータ可読記憶媒体上で具現化されるコードを含み、センサの処理装置上で実行されるときに、上記の感知ロジック及びタイミングロジックの動作を実行する、複数のセンサのうちの1つを動作させるためのコンピュータプログラムが提供される。

【0011】

別の態様によると、各々が、感知のために超音波パルスを送信するそれぞれの超音波送信器と、超音波パルスの反響インスタンスを受信するそれぞれの超音波受信器とを含む複数の超音波センサのうちの1つにおいて用いるための装置が提供される。この装置は、それぞれの送信器からそれぞれの受信器によって受信される戻りの反響超音波パルスに依存して生物又は物体を感知する感知ロジックと、それぞれの送信器から送信される超音波パルスを、1以上の他の超音波センサからの超音波パルスの送信に対して同期する同期ロジックとを含んでよい。同期ロジックは、それぞれの受信器を用いて1以上の他の超音波センサからの超音波パルスのインスタンスをリスニングし、これに基づいて同期を実行してよい。

【0012】

これらの及び他の態様は、以下に説明される実施形態から明らかになる。本開示の範囲

は、本概要によって限定されることは意図されず、また、記載される任意の又は全ての欠点を必然的に解消する実現形態だけに限定されることも意図されない。

【図面の簡単な説明】

【0013】

本発明の実施形態のより良い理解のために、また、本発明の実施形態がどのように実施され得るかを示すために、添付の図面が例示的に参照される。

【0014】

【図1】存在センサの概略的なブロック図である。

【図2a】分散された存在センサのシステムの概略的な図である。

【図2b】分散された存在センサのシステムの別の概略的な図である。

【図3】多重能動送信感知プロトコルを示す概略的なタイミング図である。

【図4】複数の存在センサの最初のリスニングウィンドウを示す概略的なタイミング図である。

【図5】送信を開始した第1のセンサを示す概略的なタイミング図である。

【図6】他のセンサのリスニング段階を示す概略的なタイミング図である。

【図7】クロックドリフトを計算するのに用いる基準波形を示す概略的なタイミング図である。

【図8】複数のクロックドリフトの経時的な補正の概略的な図である。

【図9】第1のセンサの送信と同期した後に送信を開始する第2のセンサを示す概略的なタイミング図である。

【図10】第3のセンサを同期させるのに用いる基準波形を示す概略的なタイミング図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

中央コントローラ又は単一の中央要素に頼るよりもむしろ、感知等の機能が個々のユニットの中に分散され、照明システムに含まれる全てのインテリジェンスの一部がシステムにわたって埋め込まれる傾向が望ましい。本発明の以下の実施形態では、システムの導入においてコミショニングのオーバーヘッドがほとんど又は全く発生しない、例えば照明システムの一部としての、屋内の存在検出のための分散された（例えば超音波センサ様式に基づく）能動感知システムが提供される。能動存在センサシステムにおける課題の1つは、潜在的な相互干渉である。この目的のために、時分割多重送信プロトコルが使用され得る。しかしながら、センサに内在するクロックドリフトのために、センサは当該センサの割り当てられたタイムスロットからドリフトする恐れがある。以下は、スロットの同期を保証するための例示的な方法を提示する。

【0016】

実施形態では、本明細書に説明されるシステムは、完全に分散され、別々のセンサ間の明示的な通信を必要としない。方法は、別々のセンサからの送信が調整されたまま維持されることを保証し、これによりシステムにおける信頼できる存在感知を保証する。本発明の実施形態は、屋内及び屋外の照明制御においてアプリケーションを見出す、様々な（例えば超音波、RFといった）能動様式の存在感知に適用され得る。以下は超音波センサに関して説明されるが、着想はRF及び光等の他のセンサ様式やマルチモーダルセンサ、並びにD Caicedo及びA Pandharipandeによる「Ultrasonic Array Sensor for Indoor Presence Detection」、European Signal Processing Conference 2012に説明されるようなアレイセンサにも適用され得る。

【0017】

上述のとおり、（超音波又はRF）能動センサ間の相互干渉は、屋内及び屋外の感知アプリケーションにおいてよく遭遇する問題であり、感知及び制御システムの適切な動作に影響する恐れがある。例えば、センサは、隣のセンサからの送信の傍受のために、誤ったアラームを始動させ、及び生成する恐れがある。実施形態では、相互干渉を限定する1つの態様は、各センサが送信のための固有のタイムスロットを取得し、当該タイムスロット

内で維持されることである。しかしながら、このことは、センサの各々からの送信を計時するのに用いられる１以上のそれぞれのクロックにおける内在的なドリフトのために困難である。

【００１８】

本発明の実施形態は、クロック同期の問題に、完全に分散された態様で対処する。これは、追加的なネットワーク接続性を有しないシステムを実現するのに役立つ。明示的な通信が用いられない分散された態様の同期方法は、中央コーディネータ又は他の通信手段が設置される必要のない存在感知システムをもたらし、したがって感知機能のためのコミッショニングの必要のない照明システムにおける存在感知システムの使用を支援する。

【００１９】

図１は、本発明の実施形態による例示的な存在センサ１０２を示す概略的なブロック図である。

【００２０】

センサ１０２は、感知目的のために放射パルスの形式の信号を送信するための無線送信器１０８と、受信器１０９の範囲内の生物又は他の物体から反射されて戻る、これら放射パルスの反響の形式の信号を受信するための無線受信器１０９とを含む。例えば、送信器１０８は、超音波パルスを送信するための超音波送信器、又はＲＦパルス若しくはマイクロ波パルスを送信するためのＲＦ送信器若しくはマイクロ波送信器を含み、受信器１０９は、それぞれ超音波受信器、ＲＦ受信器、又はマイクロ波受信器を含んでよい。実施形態では、各受信器は、以下に説明されるような感知を実行するための複数の受信器要素を有する受信器アレイを含んでもよい。

【００２１】

また、センサ１０２は、クロック１０７と、例えば１以上の照明器具の照明制御要素１１２といった照明システムの一部に接続するためのポート１１０とを含む。更に、センサ１０２は、クロック１０７、送信器１０８、受信器１０９、及びポート１１０に動作可能に結合される感知ロジック１１４と、クロック１０７、送信器１０８、及び受信器１０９に動作可能に結合されるタイミングロジック１１６とを含む、センサを動作させるための装置を含む。感知ロジック１１４は、受信器１０９から受信されたパルスを、送信器１０８から送信されたパルスとの関連で処理し、これにより、例えば以下に説明される態様で、パルスの反射（反響）に依存して存在に関する情報を感知する。タイミングロジック１１６は、例えばやはり以下に説明される態様で、クロック１０７の影響下で送信器１０８から送信されるパルスのタイミングを制御する。

【００２２】

実施形態では、センサ１０２は、１以上の実行ユニットと、（例えばハードドライブといった）磁気記憶媒体及び／又は（例えば「フラッシュ」メモリ又は他のＥＥＰＲＯＭといった）電子記憶媒体等の１以上の記憶媒体を含むメモリ１０６の形式の記憶装置とを有する、プロセッサ１０４又は「ＣＰＵ」（中央処理装置）の形式の処理装置を含む。感知ロジック１１４及び／又はタイミングロジック１１６の各々は、メモリ１０６内に記憶され、プロセッサ１０４上で実行されるコードのモジュールとして実施されてよい。代替的に、感知ロジック１１４及び／又はタイミングロジック１１６の各々は、全体的又は部分的に、専用のハードウェア回路内又はＦＰＧＡ（フィールドプログラマブルゲートアレイ）等の構成可能回路内で実施されてもよい。

【００２３】

図２ａ及び図２ｂは、複数のセンサ１０２を含む例示的な感知システムの概略的な図を提供する。センサ１０２の各々は、別々の箇所に配置され、及び／又は別々のそれぞれの方向に向けられ、例えば、各センサ１０２は、部屋２０２の壁及び／又は天井の別々の場所に埋め込まれてよい。例示の目的で、本明細書では、別々のセンサ１０２は１．．． Ｎの番号を付けられ、センサＳ１．．． ＳＮとしてラベルされる。

【００２４】

各センサ１０２は、クロック１０７と、送信器１０８と、受信器１０９と、ポート１１

10

20

30

40

50

0と、（例えばそれぞれのプロセッサ104及びメモリ106上で実施される）感知ロジック114及びタイミングロジック116を含む装置とのそれぞれのインスタンスを含む。実施形態では、各センサは、実質的に同一のクロック107、感知ロジック114、及びタイミングロジック116のそれぞれのインスタンスを含む。各センサ102内のタイミングロジック116は、他のセンサ102から自律して動作するが、他のセンサ102各々内のタイミングロジック116と同一の規則のセットに従って動作する。各センサ102内のクロック107は、これらクロック107が同一の公称クロック周波数で発振するという点において実質的に同一であるが、各クロック107は、例えば経年、温度、及び／又は製造のばらつきのために、通常、クロック107の周波数において様々なそれぞれのクロックエラーを有することが理解される。これは、別々のセンサ102からのパルスの送信を計時するのに用いられるときに、これらの送信の相対的なタイミングが経時的に徐々にドリフトするという点において不一致を引き起こす。

10

【0025】

各センサ102内の感知ロジック114は、例えば床のエリア206又は3次元のボリュームに対応するそれぞれのカバレッジ領域から存在に関する情報を感知する。カバレッジ領域は、センサ102の、すなわち当該センサ102の送信器108及び／又は受信器109の範囲によって規定される。図2bに示されるように、1以上のセンサ102は、1以上の他のセンサ102のリスニング範囲内である可能性があり、したがってカバレッジ領域206は重複する。

【0026】

20

各センサ102内の感知ロジック114が感知する存在に関する情報は、例えば対象物が動いていると感知されるかどうか、対象物の範囲、又は単純に特定の場所において対象物若しくは特定の対象物が見つかったことが検出されるかどうかの事実に関する情報を含んでよい。感知ロジックは、例えば人（人間）若しくは他の生き物といった生物、又は動くようにされた人工の装置等の何らかの他の非生物の物品、若しくは任意のこれら非生物の物品の形式の対象物204を感知してよい。「対象物」の用語は、限定することを意図しない。動きの際の検出に基づく実施例が以下に説明されるが、他の能動存在感知技術の実施例は、それ自体当業者によく知られている。

【0027】

感知ロジック114は、ポート110を介して照明システムの制御要素112等のシステム要素に接続され、感知された存在（又は感知される存在の欠如）を示す出力信号を当該システム要素に提供し得る。要素112は、当該出力信号に依存して、例えばセンサ102のカバレッジ領域が特定のゾーンに対応する当該センサ102によって存在が検出されたときに当該特定のゾーン内で照明をオンにし、又は当該ゾーン内で存在が検出されないときに照明をオフにするために、1以上の照明器具を制御し得る。実施形態では、各センサ102は、当該センサ102のそれぞれのポート110を介して、センサ102からの出力信号に基づいて複数の照明器具を制御する共通の照明コントローラに接続され、又は代替的に、各センサ102は、当該センサ102自体のそれぞれの個別の照明器具を制御するために当該センサ102のそれぞれのポート110を介して接続されてよい。

30

【0028】

40

照明が中央で制御されるか、あるいは個別の照明器具がそれぞれのセンサ102に基づいて制御されるかどうかに関わらず、これらのことは、感知機能の任意の中央制御が必要とされることを必ずしも意味しない。実施形態では、タイミングロジックは、センサ間で通信される、又は中央コントローラからの専用のタイミング信号なしに、例えば以下にすぐ説明されるように、代わりに1以上の他のセンサからのパルスのインスタンスをリスニングすることによって動作する。例示的な実施形態では、感知機能はセンサ102の中に完全に分散され、中央コントローラは少なくとも感知機能の目的のためには含まれない。つまり、各センサ102は、受信器109を介して送信パルスの反射を入力として受信するにすぎず、ポート110は、例えば照明を制御するためといった別の態様のシステムを制御するための制御要素に、感知された存在に関する情報を出力するためにすぎない。制

50

御情報は、コントローラからセンサ102への反対方向に渡る必要はない。

【0029】

図3乃至図10は、本発明の実施形態によるセンサ102の動作を示す概略的なタイミング図のセットを提供する。

【0030】

実施形態では、センサの各々は、複数のフレームにわたって、別々のそれぞれのタイムスロットで送信する。したがって、送信時、送信器の各々は、フレーム毎に当該送信器のそれぞれのタイムスロットで1以上のパルスを送信する。各センサは、互いに干渉しないように、それぞれのタイムスロットで送信する。例えば、送信器108は、図3に示されるような波形を含む信号を、送信器の指向性によって規定されるエリア206にわたって送信する。波形は、フレーム毎に各フレーム内のそれぞれのタイムスロットで送信される1以上の感知パルスを含む。示される実施例では、パルスは正弦波で、フレーム当たり2つのパルスが各センサから送信される（しかし、矩形パルスを用いた波形等の代替的な波形又はフレーム当たり別の数のパルスが使用されてもよい）。対応する受信器側では、受信信号が存在に関する感知情報に達するために処理される。

10

【0031】

例えば、各存在センサ102は、以下のように動作する。送信器108は、2つの送信期間PRI（パルス繰返し間隔）からなる長さ T_{slot} の送信スロット内に、長さTのパルス化された正弦波を送信する。対応する受信器109では、感知ロジック114は、連続する送信期間に対応する反響を引くことによって差信号を取得する。静止対象物に対しては、連続する送信期間にわたる反響はほぼ同一であり、差信号内で打ち消される。他方、動く対象物は、連続する送信期間にわたる対応する反響において振幅及び位相の相違をもたらし、非ゼロの差成分を生成する。次いで感知ロジック114内の電力検出器は、飛行時間ひいては範囲を決定するために用いられ、受信器のアレイ要素にわたる位相差は、到来方向（DOA）ビームフォーマを用いて角度情報を抽出するために用いられる。パラメータPRIは、センサが当該センサの範囲内の最も遠い関心対象物からの反響を処理し得るように選択されてよい。

20

【0032】

能動送信が時間的に調整されていない場合、あるセンサ102において別のセンサ102からの送信から受信された反響は、誤ったアラームを引き起こす。これらの能動送信を調整するために、少なくとも2つの可能性のあるオプションがある。1つ目は全てのセンサ送信を正確に時間同期させることであり、これは実際には極めて困難であり、高価である。2つ目は、多重能動送信を計時し、リスニング範囲内のセンサが固有の送信スロットを有するようにセンサ102に送信スロットを割り当てることである。この後者のオプションを検討すると、2つの問題に対処する必要がある。1つ目は、ある送信がリスニング範囲内の別のセンサの送信スロットにわたる反響をもたらさないように、どのように送信スロットを配分するかである。2つ目は、各センサ102がクロックドリフトを示す恐れがあることを考慮して、各センサ102が当該センサ102の送信スロットを維持することを保証することである。つまり、各センサ102の観点からのタイムスロット及びフレームのタイミングは、個々のセンサ102のそれぞれのクロック107に基づくが、前述のように、各クロック107は様々なそれぞれのクロックエラーを有する恐れがあり、別々のセンサのタイミング間の潜在的な不一致を引き起こす。

30

40

【0033】

以下の実施形態では、分散され、中央コーディネータを必要としない、これらの問題に対する解決策が提供され、センサ102は識別子を確立するためのいかなるメカニズムも有さず、明示的なメッセージングはない。

【0034】

以下の例示的な解決策では、各超音波アレイセンサ102は、当該超音波アレイセンサ102の受信アレイにおいて少なくとも1つのスロットにわたる送信に対応する反響を処理し、レンジビンにわたり平均された受信反響信号の絶対振幅である要素を有する同期ベ

50

クトルを構築する。事前同期は、2つの別々の送信スロットにわたる同期ベクトルを相関させることによって時間ドリフトを推定し、推定された様々なドリフトに線形回帰を適用することによって達成される。事前同期の際、各センサ102は、送信のための空のスロットを選び取る前に複数のスロットにわたりリスニングする。あるセンサ102によって占められているスロットが、リスニング範囲内の別のセンサにおいて相互干渉を引き起こさないことを保証するために、クロスチェックが実行され得る。次いで、センサが当該センサの割り当てられたスロットを維持していることを保証するために、事後同期が用いられ得る。タイミングロジック116によって実行される例示的な処理ステップは、以下により詳細に説明される。

【0035】

10

実施形態では、タイミングロジックは、他のセンサの何れかがタイムスロットの何れかで既に送信しているかどうか（及び他のセンサが送信している場合、どのタイムスロット又は複数のタイムスロットか）を決定するために、他のセンサからのパルスのインスタンスをリスニングする。次いでタイミングロジックは、他のセンサのうちの1つによって未だ用いられていないタイムスロットの1つを選択し、後続のフレームにおいて、選択されたタイムスロットを用いてそれぞれの送信器からのパルスを送信する。リスニングは、それぞれの送信器からのパルスの送信を開始する前に、フレームの少なくとも1つのフレームの最初の期間の間実行される。実施形態では、最初の期間は、ランダム時間だけ延長されるフレームの1つを含む。

【0036】

20

例えば、図4及び図5を参照すると、最初の段階の間、各センサ102はリスニングモードで開始し、したがって送信が存在することは期待されない。したがって、各センサ102は、他の送信がないことを確認するためにリスニングし、この時間の間当該センサ102はサイレントである。この段階での典型的なリスニングウィンドウは、図4に示される。ウィンドウは、好ましくは、他のセンサ102がタイムスロットの何れかで未だ送信していない（又は、他のセンサ102が送信している場合、これらの送信が検出される）ことを保証するための少なくとも1つのフレームの長さである。センサ102は別々の時間にオンにされるので、及び／又はセンサ102のクロック107は厳密には同一ではないので、各リスニングウィンドウの開始時間は、各センサ102に対して様々であることに留意されたい。最初のフレームにおいて他の送信が検出されない場合、センサ102はランダム時間 T_i の後に送信を開始する。ランダムなオフセットのために、したがって待機される時間は各センサ102に対して様々であり、全てのセンサが同時に送信を開始することを防止する。これは、各センサ102が単純に別々の時間にオンにされる場合には必要とされず、例えばこれは、センサ102がたまたま別々の時間に導入された場合にはいかなる特定の調整もなしに起こり得る。しかしながら、ランダム時間は、2つのセンサが同時に開始しないことを保証するのに役立つ。図5に示される実施例では、センサS1は送信を開始し、 $T_{frame} = 2N \cdot PRI$ 又はより一般的には $N \cdot T_{slot}$ の期間を有する後続のフレーム毎に送信を繰り返す。

30

【0037】

例示の目的で、図5乃至図10では、各フレームにおいて、所与のセンサ102からの1つのパルスのみが示されることに留意されたい。しかしながら、実施形態では、これはそれぞれのタイムスロット内で、例えば図3におけるように間隔 PRI によって分離される2つといった1以上のパルスを表現し得ることが理解される。

40

【0038】

図6乃至図8を参照すると、センサ102のうちの1つ(例えば示される実施例ではS1)が送信し始めると、次いでリスニング範囲における全ての他のセンサ102がこれを検出し、送信センサS1に対して同期を開始する。先立って決定された(例えば1番目の) $2N \cdot PRI$ のフレームにおいて受信された信号は、基準とみなされる。これは図6に示される。

【0039】

50

実施形態では、タイミングロジックは、（各波形が1以上の他のセンサから受信された1以上のパルスを含む）複数のフレームの1つからの波形の表現と、複数のフレームの他の1つからの波形の表現との間の類似性の尺度を、これらの表現のうちの一方がタイミング値によって時間的にシフトされて、最大とする当該タイミング値を決定する。つまり、2つのフレームからの電力信号間の相関が最大となるずれである。このときクロック不一致を補正するための調節は、このタイミング値に基づいている。例えば、補正は、例えば2つの隣接するフレームといったあるフレームと別のフレームとの波形間の相関の測定値に基づく。

【0040】

例えば、図7を参照すると、各リスニングセンサは、次の態様

10

$$\tau = \arg \max_{\tau} \int |x_0(t)|^2 |x_1(t+\tau)|^2 dt$$

でクロックドリフトである τ を推定し、ここで x_1 は現在のフレームからの比較信号であり、 x_0 は先行するフレームからの基準信号である。

【0041】

デジタルの実現形態では、この積分は、基準信号及び比較信号の各々を離散的な成分のセットで表現する同期ベクトル V_0 と V_1 との間の相互相関として実施される。また、波形間の類似性についての他の測定値（すなわち最小化され得る相違についての等価の測定値）も可能である。

20

【0042】

実施形態では、タイミングロジックは、こうした測定値を3以上のフレームにわたって蓄積し、蓄積に基づいて調節を行う。例えば、図8に示されるように、センサ102は時間期間「 T_2 」の間、クロックドリフトのヒストリを構築し、次いでドリフト補正（フレーム毎に補正される Δd ）及びオフセット補正（時間 T_2 の最後に1回補正される Δo ）を計算する。総ドリフト補正 $d(k \cdot T_2)$ は「 T_2 」毎に更新され、

$$d(k \cdot T_2) = d((k-1) \cdot T_2) - \Delta d$$

である。

【0043】

30

実施形態では（センサが1番目に送信するのではないことを前提に）、センサのタイミングロジックは、まず先立ってクロック不一致を補正し、次いでクロック補正に対し閾値精度が得られたことを条件に、選択されたタイムスロットで送信し始める。例えば、上記の手順は、センサが送信センサに対して十分な精度（ $\Delta d < \epsilon$ ）で同期されるまで、数回の時間「 T_2 」の間繰り返されてよい。センサ102が十分正確に同期されると、センサは空のスロットの期間 T_{s102} を見つけて送信し始める。

【0044】

図9の実施例では、センサS2は、センサS1の送信と同期した後に送信し始める。

【0045】

新たなセンサ102が送信し始めると、リスニング範囲内の全ての他のセンサ102は、同期のために当該送信を取り込む。実施形態では、送信センサ102の場合、当該送信センサ102を同期させるための基準信号は、当該送信センサ102自体の送信を含まないことに留意されたい。

40

【0046】

図10では、センサS1、S2、及びS3のための基準信号が示される。ここでセンサS3のための基準は全てのタイムスロットを含み、一方S1及びS2の場合は、全てのタイムスロットを含むわけではない。

【0047】

既に同期されたセンサ102は、「 T_2 」毎に、センサの新たな基準信号（当該センサ自体の送信を除く）及び図7及び図8に示されるような手順を用いて、当該センサ102

50

の推定されたクロック補正ドリフト d 及びオフセット補正 Δo を更新する。この同期は、センサが送信している限り継続的に実行されてよい。他の実施形態では、クロック同期は、例えば数分、数時間、更には数日に1回だけクロックを再調節するといったように、フレーム長さに対して比較的低い頻度で実行される必要があるにすぎない。

【0048】

要約すると、実施形態では、各センサ102内のタイミングロジック116は、以下の同一の規則のセットに従う。

(i) オンにした後、少なくとも1つのフレームの間リスニングし（かつ送信せず）、オプションとして追加のランダム時間によって調整される。

(ii) この時間内に、他のセンサ102からの感知パルスが見つからない場合、任意のタイムスロットを選択し、当該タイムスロットで送信を始める。

(iii) 1以上の他のセンサ102からの感知パルスが1以上のタイムスロットで見つかった場合、センサ自体のクロック107を、これらの1以上の他のセンサから受信された感知パルスに対して同期し、次いで十分に同期されると、選び取られていないタイムスロットを選択し、当該タイムスロットで送信を始める。

(iv) オプションとして、送信すると、他のセンサ102からの感知パルスを受信し続け、同期されたまま維持するために（継続的に又は間隔を置いてのいずれかで）クロック同期を繰り返す。

【0049】

複数の同様のセンサ102が互いの周辺に集中して配置される場合、各々はこれらの規則に従い、このとき、明示的な中央調整が提供されないにも関わらず、センサ102は、当該センサ102のパルスを同期された態様で（すなわち互いのタイムスロットを回避して）送信することが保証され得る。

【0050】

本発明のオプションの更なる態様は、例えば存在検知のためのマルチモーダルセンサのシステムの配備に関する。マルチモーダルセンサは、例えば超音波感知及び受動赤外線（PIR）感知といった2以上の異なる感知モードを有する。隣接するセンサは、PIR感知（又は他の受動感知）をいかなる相互干渉もなしに同時に実行することができる。しかし、隣接するセンサは、超音波感知（又は他の能動感知）を同一の周波数で同時に実行することによって、相互干渉を引き起こす恐れがある。

【0051】

有利には、一方の感知モードが他方よりも正確であり得、及び／又は2以上の感知モードを共に用いることは更により正確であり得る（若しくはセンサフュージョンのために他の利点を有し得る）。本発明の更なる実施形態は、マルチモーダルセンサのシステムにおける実行を最適化することに関する。

【0052】

こうした実施形態は、少なくとも1つのモードは能動感知モードである2以上の異なる感知モードを有する、少なくとも1つのセンサ102を使用する。センサ102は、所与の時点でどのモード（又は複数のモード）が当該センサ102の近接するセンサ（又は複数のセンサ）102によって使用中であるかに基づいて、同じ時点において当該センサ102のどの1以上の感知モードを使用するかを選択する。したがって、センサ102は、当該センサ102と近接するセンサ（又は複数のセンサ）と同一の能動感知モードを同時に用いることを回避でき、これにより相互干渉を回避し、又は少なくとも緩和する。

【0053】

例えば、センサ102は、当該センサ102の近接するセンサ（又は複数のセンサ）102が超音波感知を用いていないときは、超音波感知及びPIR感知を同時に用い、それ以外の全ての時間においては、PIR感知だけを用いることを選択し得る。

【0054】

したがって、本発明の実施形態は、システム内の各センサ102が、1以上の能動感知モードの「適切な割当て」を得るように、複数の感知モード間で動的に切り替える方法を

提供する。これは、第1のセンサが所与の時間期間の後、能動感知モードを放棄するステップを含み、第1のセンサのスロットは、この時間に能動感知モードを用いていなかった第2のセンサに引き取られる。

【0055】

有利には、実施形態では、マルチモードセンサシステムのこの動的な最適化は、やはり中央コントローラ又はセンサ間の明示的な通信の必要なしに提供され得る。

【0056】

上記の実施形態は、単に例示によって説明されていることが理解される。

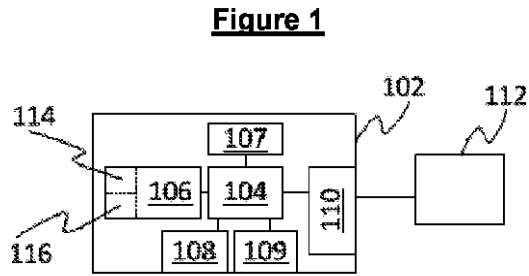
【0057】

例えば、上記は例えば様々な屋内及び／又は屋外の照明における能動存在感知システム用といった照明システムにおける使用に対し説明されたが、本発明は、照明システムに限定されず、他のビルディング制御アプリケーション等の他の分野においてアプリケーションを見出し得る。更に、本発明は超音波感知に限定されず、他のオプションは、無線周波数、マイクロ波、又は他の形式の放射に基づく能動感知を含む。更に、本発明は、存在感知のためのいかなる特定のアルゴリズムにも限定されず、又は動き等のいかなる特定の存在の態様の感知にも限定されない。更に、上記は集中コントローラ又は他のコーディネータを有しない完全に分散されたシステムに関して説明されたが、本発明は、2つの技術が互いに補完し得るように、中央要素からのいくつかの調整と併せて適用され得ることは除外されない。本発明は、センサ間で発生する恐れのある任意の干渉又は他の望ましくない効果を緩和するためにしても、あるいは当該センサの同期された動作を通じて達成され得る任意の望ましい効果を得るためにしても、あるセンサからのパルスの送信を1以上の他のセンサとの関連で制御することが望ましい任意のシナリオにおいて適用され得る。

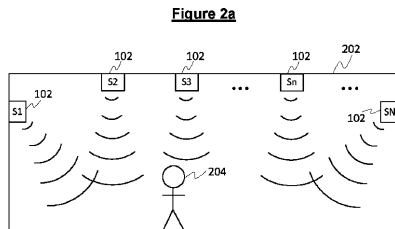
【0058】

当業者によって、特許請求された発明を実施するにあたり、図面、明細書、及び添付の請求項の研究から、開示された実施形態の他のバリエーションが理解され達成されることができる。請求項で、「含む」の文言は他の要素又はステップを除外するものではなく、不定冠詞「a」又は「an」は複数を除外するものではない。単一のプロセッサ又は他のユニットは、請求項に記載される複数項目の機能を満たすことができる。特定の手段が、相互に異なる従属請求項に記載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を有利に使用できないことを意味するわけではない。コンピュータプログラムは、他のハードウェアと一緒に又はその一部として供給される、光学式記憶媒体又はソリッド・ステート媒体等の、適切な媒体に格納／配布されてよいが、インターネット又は他の有線若しくは無線の遠隔通信システムを介する等、他の形式で配布されてもよい。請求項のいかなる参照符号も、範囲を限定するものとして解釈されるべきではない。

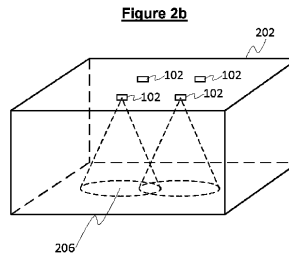
【図 1】



【図 2 a】

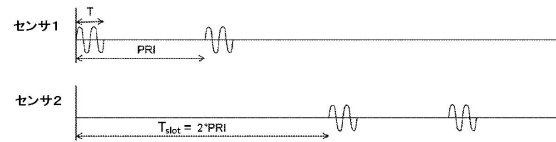


【図 2 b】



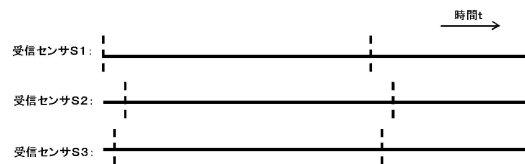
【図 3】

図3



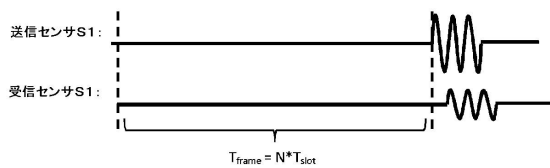
【図 4】

図4



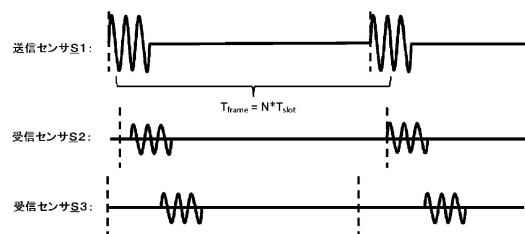
【図 5】

図5



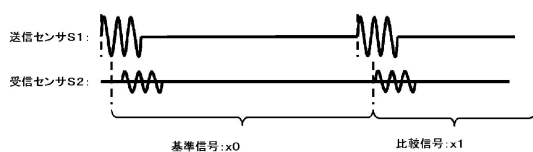
【図 6】

図6



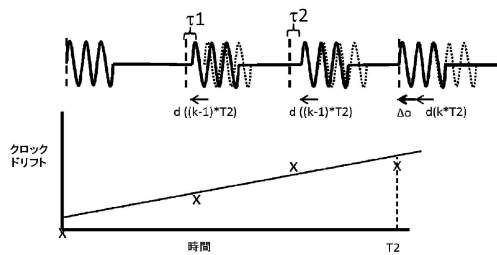
【図 7】

図7



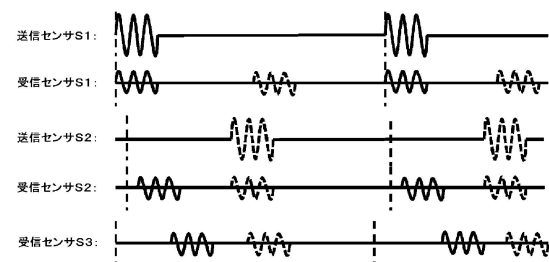
【図 8】

図8



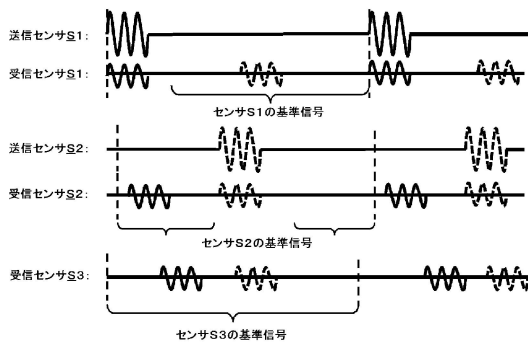
【図 9】

図9



【図 10】

図10



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 1 S 7/282 (2006.01) G 0 1 S 7/282 2 0 0

(72)発明者 カイセド フェルナンデス デービッド リカルド
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング
5

審査官 田中 秀直

(56)参考文献 特開昭62-140084 (JP, A)
実開昭60-042981 (JP, U)
特開2011-094375 (JP, A)
特開2009-080073 (JP, A)
特開2004-173174 (JP, A)
特開2005-091234 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G 0 1 V 1/00-13/00
G 0 1 S 7/00
G 0 1 S 13/00
G 0 1 S 15/00
H 0 5 B 37/02