

明 細 書

発明の名称：

行動検知システム、インタフェース装置及びロボット

技術分野

[0001] 本発明は、行動検知システム、インタフェース装置及びロボットに関する。

背景技術

[0002] コンピュータが人又は物の位置を知るために、実物の空間を模擬した電子的な地図情報を使用する場合が多い。そして、自走するロボットが地図情報を作成する技術が普及している。特許文献1のロボットは、自身の移動経路に沿って地図情報を作成する際、領域の特性を取得する。領域の特性とは、例えば、上部に位置する障害物と床面との距離、床材質、ホコリ汚染度を測定する。特許文献2の地図生成装置は、ある地点で取得した周辺の幾何学形状と、別の地点で取得した周辺の幾何学形状とを合成して地図情報を作成する。特許文献2の地図生成装置は、当該合成に際して、2点間の距離、2点に跨って検知される壁面の平行移動量等を使用する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2007-323652号公報
特許文献2：特開2010-54315号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特に室内においては、ロボットのような移動機器とは別に、人又は物を検知するセンサが配置されていることが多い。そして、センサ及びロボットが共存することを前提に、地図情報の作成、人又は物の検知、人又は物に対する働きかけ等をセンサとロボットとで分担することが必要な場合もある。例えば、室内にいる高齢者を見守る又は援助する場合、特にその必要性は増す

。特許文献１は、ロボット以外のセンサについても、人等に対する見守り又は働きかけについても言及していない。特許文献２もまた、ロボット以外のセンサについても、人等に対する見守り又は働きかけについても言及していない。

そこで、本発明は、センサが配置されている環境で、ロボットが的確に人等に対して働きかけることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 行動検知システムは、情報を検知する第１センサ、および情報を送信する第１通信手段を備え、室内のいずれかに設けられた複数のセンサ装置と、情報を検知する第２センサ、情報を送受信する第２通信手段、および室内を移動可能な移動手段を備えたロボットと、情報を送受信する第３通信手段を備え、複数のセンサ装置が備える第１センサの検知情報、およびロボットが備える第２センサの検知情報に基づいて、移動体の行動を検知するサーバと、ユーザが複数のセンサ装置が設けられている位置を画面上で入力するのを受け付けるインタフェース装置と、を備えることを特徴とする。

その他の手段については、発明を実施するための形態のなかで説明する。

発明の効果

[0006] 本発明によれば、センサが配置されている環境で、ロボットが的確に人等に対して働きかけることができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図１]第１の実施形態における行動検知システムの構成を示す概略図である。

[図２]第１の実施形態の行動検知システムが設置された居室を示す図である。

[図３]センサ設置情報（ＳＩ）の一例を示す図である。

[図４]イベント情報（ＥＩ）の一例を示す図である。

[図５]センサ設置情報（ＳＩ）モード時における居室を示す図である。

[図６]センサ情報（ＧＩ）を示すグラフである。

[図７]センサ情報作成モードの処理を示すフローチャートである。

[図８]第１の実施形態におけるセンサ設置情報モードの処理を示すフローチャ

ートである。

[図9] イベント情報モードにおける居室を示す図である。

[図10] イベント情報モードにおけるセンサ情報（G I）を示すグラフである。

。

[図11] イベント情報モードの処理を示すフローチャートである。

[図12] イベント情報のみを抽出したグラフである。

[図13] イベント情報モードのうち移動ロボットが起動していないときの処理を示すフローチャートである。

[図14] イベント情報モードのうち移動ロボットが起動しているときの処理を示すフローチャートである。

[図15] 異常検知時における居室を示す図である。

[図16] イベント情報の欠落を抽出したグラフである。

[図17] 異常検知モードの処理を示すフローチャートである。

[図18] 第2の実施形態における行動検知システムの構成を示す概略図である。

。

[図19] 第3の実施形態における行動検知システムの構成を示す概略図である。

。

[図20] インタフェース画面の一例である。

[図21] 第3の実施形態におけるセンサ設置情報モードの処理を示すフローチャートである。

[図22] 人の動きを説明する図である。

[図23] 異常発生時の人及びロボットの動きを説明する図である。

発明を実施するための形態

[0008] 《第1の実施形態》

第1の実施形態の行動検知システムSを、図1～図18を用いて、以下に説明する。

図1は、行動検知システムSの構成を示す概略図である。

[0009] 図1に示すように、行動検知システムSは、複数のセンサ装置1と、移動

ロボット２と、給電装置３と、行動検知サーバ４とを含んで構成される。

センサ装置１は、室内に設けられて情報をセンシングし、通信部１４によって情報を外部に送信するものである。移動ロボット２は、検知部２２と機構部２３などを有し、室内を移動することができるロボットである。移動ロボット２は、例えば掃除機能を有するロボットであるが、これに限られず、愛玩用のロボットや警備用のロボットであってもよく、限定されない。

[0010] 給電装置３は、この移動ロボット２に電力を供給するものである。行動検知サーバ４の制御部４１は、複数のセンサ装置１、および移動ロボット２と通信する通信部４４を有している。これら接続したセンサ装置１や移動ロボット２の検知情報に基づいて、人や動物や他のロボット装置などの移動体の行動および／または状態を検知する。

[0011] 複数のセンサ装置１は、制御部１１と、検知部１２（第１センサ）と、記憶部１３と、通信部１４（第１通信手段）と、電源部１５とを備え、図２に示す居室９内に複数設置される。

電源部１５は、このセンサ装置１を起動して各部に電力を供給する。通信部１４は、無線または有線の通信モジュールであり、センサ装置１の検知情報およびセンサ装置１の固有ＩＤ（IDentifier）を行動検知サーバ４へ送信する。記憶部１３は、例えばＲＯＭ（Read Only Memory）やフラッシュメモリであり、センサ装置１の固有ＩＤなどを記憶する。検知部１２は、室内の情報を検知する第１センサとして機能する。検知部１２は、例えば赤外線や超音波などで人などを検知する人感センサであり、人や移動ロボットなどの移動体を検知可能である。制御部１１は、検知部１２の動作を制御する。

[0012] 移動ロボット２は、電源部２５と、機構部２３（移動手段）と、検知部２２（第２センサ）と、制御部２１、記憶部２４、通信部２７（第２通信手段）、操作部２６を備える。移動ロボット２は、電源部２５に二次電池（不図示）を備え、この二次電池を給電装置３で充電することによって動作する。

[0013] 電源部２５は、移動ロボット２を起動させると共に、この移動ロボット２の各部に電力を供給する。機構部２３は、室内を移動するためのものであり

、例えばモータと車輪で構成される。機構部 2 3 は、居室 9 の内部を移動可能な移動手段として機能する。

[0014] 検知部 2 2 は、室内の情報を検知する第 2 センサとして機能する。検知部 2 2 は、移動ロボット 2 の位置を検知したり、人や動物などの移動体の行動を検知するためのセンサ群である。制御部 2 1 は、例えば CPU (Central Processing Unit) であり、検知部 2 2 の検知情報を分析し、この分析した情報に基づいて移動ロボット 2 の動作を制御する。記憶部 2 4 は、例えば RAM (Random Access Memory) やフラッシュメモリであり、制御部 2 1 が分析した情報を記憶する。通信部 2 7 は、例えば Wi-Fi (登録商標) の通信モジュールであり、制御部 2 1 と行動検知サーバ 4 との間で情報を送受信する。操作部 2 6 は、利用者が移動ロボット 2 を操作するためのスイッチやボタン等である。

[0015] 給電装置 3 は、移動ロボット 2 に電力を供給するものである。また、給電装置 3 は、検知部 3 1 と通信部 3 2 を備える。検知部 3 1 は、移動ロボット 2 の位置を検知するセンサである。通信部 3 2 は、例えば Wi-Fi (登録商標) の通信モジュールであり、制御部 2 1 と行動検知サーバ 4 との間で情報を送受信する。

[0016] なお、移動ロボット 2 の検知部 2 2 は、赤外線、超音波、レーザ、加速度、カメラ、音声認識等のセンサ群と、機構部 2 3 の動作を検知するセンサ群を含んで構成されている。検知部 2 2 は、自身が移動した空間の幾何情報を検知するための位置センサを含む検知手段である。これによって、室内を移動することができる。制御部 2 1 は、機構部 2 3 の動作情報とセンサ群の検知情報を用いて自己位置を認識することができる。その結果、移動ロボット 2 の制御部 2 1 は、検知部 2 2 によって居室 9 の幾何情報を分析し、分析した幾何形状の情報 (住空間地図) を記憶部 2 4 に記憶させる。これによって、制御部 2 1 は、移動ロボット 2 自身の位置を認識することができる。通信部 2 7 によって目的地情報 (幾何情報) を受信すれば、移動ロボット 2 は、目的地へ移動することができる。

- [0017] また、移動ロボット2の制御部21は、通信部27を介して行動検知サーバ4に自己位置の空間情報（G1）を発信できる。更に、移動ロボット2の制御部21は、検知部22により人や動物などの移動体の行動を、画像および音声で認識する認知手段も備えている。このため、移動ロボット2の制御部21は、検知した移動体の状態の情報を、通信部27を介して行動検知サーバ4に発信できる。状態の情報を受信した行動検知サーバ4の制御部41は、外部通信部45を介して外部に、この状態の情報を発信できる。
- [0018] 行動検知サーバ4は、制御部41と、記憶部42と、タイマ43と、通信部44（第3通信手段）と、外部通信部45とを含んで構成されている。通信部44は、例えばWi-Fi（登録商標）の通信モジュールであり、センサ装置1および移動ロボット2から発信された情報を受信し、移動ロボット2へ情報を発信する。通信部44は、室内に設けられた複数のセンサ装置1や移動ロボット2と通信可能な第3通信手段として機能する。
- [0019] 外部通信部45は、例えばネットワークインタフェースカード（NIC）であり、センサ装置1および移動ロボット2で構築されるネットワーク以外の外部ネットワークとの間で情報を送受信する。制御部41は、センサ装置1、移動ロボット2、および外部通信部45から受信した情報を分析し、この分析結果に基づいて移動ロボット2の制御を行う。制御部41は、複数のセンサ装置1が検知したセンサ情報（第1検知情報）、および移動ロボット2の検知部22が検知した情報（第2検知情報）に基づいて、移動体の行動を検知する制御手段として機能する。
- [0020] 記憶部42は、外部通信部45からの入力情報や制御部41の制御情報を記憶する。記憶部42は、複数のセンサ装置1を設置した位置を示すセンサ位置情報、および移動ロボット2が移動した空間の幾何情報と複数のセンサ装置1が設けられている位置の情報との対応関係を記憶する記憶手段である。制御部41は、各センサ装置1が設けられている位置を、移動ロボット2が位置センサによって検知した空間の座標系で表現された位置情報として記憶部42に記憶する。タイマ43は、イベントの発生時刻を認識する。

なお、行動検知サーバ4の各機能は、移動ロボット2やセンサ装置1に組み込まれていてもよい。

[0021] 図2は、第1の実施形態の行動検知システムSが設置された居室9を示す図である。

居室9は、家庭などの室内であるが、その他、会社の事務室や倉庫などであってもよく、限定されない。居室9には、7個のセンサ装置1-1~1-7と、給電装置3とが設置されており、移動ロボット2が太線矢印の経路で巡回している。太線矢印の経路上には、各イベント時刻 $E_t1 \sim E_t8$ における移動ロボット2や人の位置が示されている。

[0022] 居室9のうちリビングには、センサ装置1-7、1-1、1-2が設置され、センサ装置1-7の近傍には給電装置3が設置されている。更に台所にはセンサ装置1-3が設置され、その奥の食堂にはセンサ装置1-4が設置されている。階段を下りた廊下には、センサ装置1-5が設置され、玄関にはセンサ装置1-6が設置されている。なお、各センサ装置1-1~1-7を特に区別しないときには、単にセンサ装置1と記載する。

[0023] センサ装置1-7には、固有IDとしてNS7が付与されている。センサ装置1-7の検知範囲である特徴空間NR7は、破線で示されているように、居間の左側である。

センサ装置1-1には、固有IDとしてNS1が付与されている。センサ装置1-1の検知範囲である特徴空間NR1は、破線で示されているように、居間の右側である。

[0024] センサ装置1-2には、固有IDとしてNS2が付与されている。センサ装置1-2の検知範囲である特徴空間NR2は、破線で示されているように、居間の右側である。

センサ装置1-3には、固有IDとしてNS3が付与されている。センサ装置1-3の検知範囲である特徴空間NR3は、破線で示されているように、台所である。

[0025] センサ装置1-4には、固有IDとしてNS4が付与されている。センサ

装置 1-4 の検知範囲である特徴空間 NR 4 は、破線で示されているように、食堂である。

センサ装置 1-5 には、固有 ID として NS 5 が付与されている。センサ装置 1-5 の検知範囲である特徴空間 NR 5 は、破線で示されているように、廊下である。

センサ装置 1-6 には、固有 ID として NS 6 が付与されている。センサ装置 1-6 の検知範囲である特徴空間 NR 6 は、破線で示されているように、玄関である。

[0026] 以上により、居室 9 内に設置した複数のセンサ装置 1-1 ~ 1-7 は、各センサ装置 1 の検知情報 (SD) に、このセンサ装置 1 の固有 ID (NS) を付与した情報を行動検知サーバ 4 へ発信することができる。

[0027] 図 3 は、センサ設置情報 (SI) の一例を示す図である。

行動検知サーバ 4 には、記憶部 4 2 が設けられている。記憶部 4 2 には、居室 9 の特徴空間毎の個別 ID (NR 1 ~ NR 7) と、設置されているセンサ装置 1 の固有 ID (NS) との関係を示すセンサ設置情報 (SI) が予め記憶されている。

このセンサ設置情報 (SI) には、検知領域情報 (RS) と関連する幾何情報 (GI) を追加して記憶させることができる。更に、行動検知サーバ 4 の制御部 4 1 は、タイマ 4 3 が設けられているため、センサ装置 1 のデータ (NS_i, SD_i) を受信した際の時刻をイベント発生時刻 (Et) として、追加して記憶させることができる。

[0028] 図 4 は、イベント情報 (EI) の一例を示す図である。

図 4 に示すイベント情報 (EI) は、人の行動の検知に関わるデータとして記憶・保持させることができる。イベント情報 (EI) は、センサ固有 ID (NS) 毎のデータとして管理される。イベント情報 (EI) は、居室 9 の特徴空間毎の ID (NR_j) と各センサ装置 1 のデータ (SD)、イベント発生時刻 (Et) を記憶・保持させることによって構成される。なお、図 3 に示す通り、特徴空間 (NR) とセンサ ID (NS) とは一対一で対応し

ていなくてもよい。

- [0029] センサ設置情報 (S I) への空間情報 (G I) の追加に関しては、図 7 および図 8 のフローチャートに基づいて説明する。図 5 は、センサ設置情報生成時のセンサ装置 1 と移動ロボット 2 の動作の概略を示したものである。図 6 は、各センサ (N S i) の時系列毎の検知情報を図示したものである。図 5 と図 6 に示すように、行動検知サーバ 4 が外部通信部 4 5 を介して、センサ設置情報作成モードを受信すると、行動検知サーバ 4 の制御部 4 1 はセンサ設置情報フラグ S f をセットする。行動検知サーバ 4 の制御部 4 1 は、センサ設置情報フラグ S f がセットされると、移動ロボット 2 へ起動信号を送信し、移動ロボット 2 が起動した後、センサ装置 1 と移動ロボット 2 の応答を受信する状態で待機する。
- [0030] 図 5 に示すように移動ロボット 2 の動作に伴い、順次、センサ装置 1-7 (N S 7)、センサ装置 1-1 (N S 1)、…、センサ装置 1-6 (N S 6)、センサ装置 1-7 (N S 7) が反応する。
- [0031] 図 6 に示すように、行動検知サーバ 4 の制御部 4 1 は、各センサ装置 1 の反応に従って、センサ検知データ (N S i, S D i) を受信する。制御部 4 1 は、センサ検知データ (N S i, S D i) の受信時に、タイマ 4 3 からイベント発生時刻 (E t) を取得して、移動ロボット 2 に対して自己の位置を送信するようにリクエストする。
- [0032] 移動ロボット 2 は、給電装置 3 に対する位置を検知する検知部 2 2 が設けられており、図 5 に示す座標系で自身の位置を認識できる。このリクエストを受けた移動ロボット 2 の制御部 2 1 は、検知部 2 2 によって給電装置 3 を原点とした座標 (X, Y) と移動ロボット 2 と給電装置 3 との間の絶対距離 R とを測定する。その後、制御部 2 1 は、測定した座標 (X, Y) と絶対距離 R とを行動検知サーバ 4 に応答する。
- [0033] 図 7 に示すように、行動検知サーバ 4 の制御部 4 1 は、受信したセンサ検知データ (N S i, S D i) から、このデータを検知したセンサ装置 1 の固有 ID を特定する。制御部 4 1 は、センサ設置情報 (S I) 内のセンサ固有

I Dに該当するセンサ装置1の検知領域座標情報を読み込む。検知領域座標情報は、絶対距離Rの最小値 R_{min} および最大値 R_{max} 、座標Xの最小値 X_{min} および最大値 X_{max} 、座標Yの最小値 Y_{min} および最大値 Y_{max} を含んでいる。

[0034] 制御部41は、読み込んだ検知領域情報と、移動ロボット2から受信した座標データ($G I(R, X, Y)$)とを比較する(S10)。制御部41は、以下の式(1)と式(2)が成立するか否かを判定して、反応範囲を確定させる(S11)。制御部41は、検知領域情報(R_{max} , R_{min} , X_{min} , X_{max} , Y_{max} , Y_{min})を更新して、センサ設置情報(SI)へ幾何情報を付与する(S12)。

[数1]

$$|R - R_{max}| > \varepsilon \quad \dots (1)$$

[0035] [数2]

$$|R - R_{min}| > \varepsilon \quad \dots (2)$$

[0036] 以上のように、センサ装置1の検知情報と座標情報を関連付けすることによって、各センサ装置1の検知領域と移動ロボット2が生成する住空間地図(LS)の空間座標とを関連付けすることができる。

[0037] 図8は、センサ設置情報(GI)モードの処理を示すフローチャートである。

センサ設置情報モードでは、以下のように処理される。行動検知サーバ4の制御部41は、センサ設置モードを受信した後、センサ設置情報フラグSfをセットする(S40)。

ステップS41において、行動検知サーバ4の制御部41は、移動ロボット2が給電状態であるか否かを判定する。行動検知サーバ4の制御部41は、移動ロボット2が給電状態と判定したならば(Yes)、ステップS43の処理に進み、移動ロボット2が起動中と判定したならば(No)、ステップS42の処理に進む。

ステップS42において、行動検知サーバ4の制御部41は、移動ロボッ

ト 2 に給電位置へ移動するように指令して、ステップ S 4 1 の処理に戻る。

これにより制御部 4 1 は、移動ロボット 2 が給電状態になるまで待機する。

[0038] ステップ S 4 3 において、行動検知サーバ 4 の制御部 4 1 は、タイマ 4 3 によってイベント発生時刻 (E t) を取得し、各センサ装置 1 よりセンサ検知データ (N S i, S D i) を取得する。制御部 4 1 は、取得したセンサデータを (E t, N S i, S D i) として保持し、ステップ S 4 4 の処理に進む。

ステップ S 4 4 において、行動検知サーバ 4 の制御部 4 1 は、移動ロボット 2 に空間情報をリクエストして、移動ロボット 2 から空間情報 (G I (R, X, Y)) を取得し、ステップ S 4 5 の処理に進む。

[0039] ステップ S 4 5 において、行動検知サーバ 4 の制御部 4 1 は、検知対象となっているセンサ I D (N S i) のセンサ設置情報を呼出し、ステップ S 4 5 1 の処理に進む。

ステップ S 4 5 1 において、行動検知サーバ 4 の制御部 4 1 は、検知領域情報 (R S) を読み込んだ後、ステップ S 4 6 の処理に進む。この検知領域情報 (R S) は、(R m a x, R m i n, X m i n, X m a x, Y m a x, Y m i n) の情報を含んでいる。

[0040] ステップ S 4 6 において、行動検知サーバ 4 の制御部 4 1 は、検知領域情報 (R S) に検知値が入力・記憶されているか否かを判定する。制御部 4 1 は、検知領域情報 (R S) が存在しない場合 (N o)、ステップ S 4 8 の処理に進む。制御部 4 1 は、検知領域情報 (R S) に検知値を記憶している場合 (Y e s)、ステップ S 4 7 の処理に進む。

[0041] ステップ S 4 7 において、行動検知サーバ 4 の制御部 4 1 は、検知領域情報 (R S) と空間情報 (G I, (R, X, Y)) を比較する。制御部 4 1 は、移動ロボット 2 の位置情報 (G I, (R, X, Y)) が検知領域情報 (R S) の範囲内、つまり過去の幾何情報範囲内であるか確認する。過去の幾何情報範囲内ではない場合 (N o)、行動検知サーバ 4 の制御部 4 1 は、ステップ S 4 8 の処理に進む。過去の幾何情報範囲内である場合、行動検知サーバ

4の制御部41は、ステップS50の処理に進む。

[0042] ステップS48において、行動検知サーバ4の制御部41は、記憶している検知領域情報(RS)を、移動ロボット2からの空間情報(GI(R, X, Y))に置き換えてデータを更新し、ステップS49の処理に進む。

ステップS49において、行動検知サーバ4の制御部41は、探索エリア面積を積算して算出し、ステップS50の処理に進む。

[0043] ステップS50において、行動検知サーバ4の制御部41は、探索エリアの積算値が、探索空間の全面積と合致するかを評価する。探索エリアの積算値が探索空間の全面積と合致した場合(Yes)、行動検知サーバ4の制御部41はステップS51の処理に進む。探索エリアの積算値が探索空間の全面積と合致しない場合(No)、行動検知サーバ4の制御部41は、ステップS41の処理に戻る。

ステップS51において、行動検知サーバ4の制御部41は、センサ設置情報フラグSfをクリアして、センサ設置情報モードを終了する。

[0044] 上述したセンサ設置情報(SI)を用いることによって、行動検知サーバ4の制御部41は、移動ロボット2に対するセンサ装置1の反応と人や動物などの移動体の行動に対するセンサ装置1の反応を分離して検知する。よって制御部41は、移動体の行動に対するセンサ装置1の検知情報をイベント情報(EI)として記憶させることができる。以下、センサ装置1が検知した情報を移動体の行動とそれ以外のデータに分離する手順を図11および図13、図14のフローチャートに基づいて説明する。

[0045] 図9は、移動ロボット2と人とが同時に行動している際のセンサ装置1の反応の概略を示したものである。

居室9には、7個のセンサ装置1-1~1-7と、給電装置3とが設置されており、移動ロボット2が太線矢印の経路で巡回している。太線矢印の経路上には、各イベント時刻Et1~Et8における位置が示されている。図9に示す移動ロボット2の経路は、図2に示した経路とは異なっている。これは、センサ設置情報モードが完了して、イベント情報モードに遷移したた

めである。

[0046] 図10は、検知したセンサ（NS_i）の時系列毎の検知情報を図示したものである。

図10に示すように、移動ロボット2が移動する毎に、各センサ装置1が各イベント時刻に反応する。つまり、イベント時刻E_{t1}において、センサ装置1-7（NS₇）が反応する。イベント時刻E_{t2}において、センサ装置1-1（NS₁）が反応する。イベント時刻E_{t3}において、センサ装置1-2（NS₂）が反応する。イベント時刻E_{t4}において、センサ装置1-3（NS₃）が反応する。イベント時刻E_{t5}において、センサ装置1-4（NS₄）が反応する。イベント時刻E_{t6}において、センサ装置1-5（NS₅）が反応する。イベント時刻E_{t7}において、センサ装置1-6（NS₆）が反応する。イベント時刻E_{t8}において、センサ装置1-7（NS₇）が反応する。

[0047] 同様に、人が行動した際に、イベント時刻E_{t3}においてセンサ装置1-5（NS₅）が反応する。イベント時刻E_{t4}においてセンサ装置1-6（NS₆）が反応する。

[0048] 図11に示すように、行動検知サーバ4の制御部41は、センサ装置1-i（NS_i）の検知情報を受信する毎に、移動ロボット2の自己位置の空間情報（G_I（R，X，Y））を受信する。その後、制御部41は、センサ設置情報（S_I）に記憶している検知領域（RS）と空間情報（G_I（R，X，Y））とを比較する（S₂₀）。これにより、制御部41は、移動ロボット2の動作によって反応したデータとそれ以外のデータを選別したイベント情報（E_I）を生成し（S₂₁）、イベント情報（E_I）として記憶部42に記憶する（S₂₂）。

[0049] 図12は、イベント情報（E_I）のみを抽出したグラフである。

図12に示すように、イベント時刻E_{t3}においてセンサ装置1-5（NS₅）が反応している。イベント時刻E_{t4}においてセンサ装置1-6（NS₆）が反応している。これは、移動ロボット2を検知した情報を除外した

検知情報であり、人や動物などを検知したことを示す情報である。このようにして、制御部41は、人や動物などの移動体の行動を検知することができる。

[0050] 以上のイベント情報モードは、以下の図13と図14において処理される。

図13は、イベント情報(EI)モードのうち移動ロボット2が起動していないときの処理を示すフローチャートである。

[0051] イベント情報(EI)モードにおいて、行動検知サーバ4の制御部41は、ステップS60において、センサ装置1よりセンサ検知情報を受信(NSi, Et, SD)し、ステップS61の処理に進む。

ステップS61において、行動検知サーバ4の制御部41は移動ロボット2へ起動の有無を確認する。移動ロボット2が起動していないときは(No)、ステップS62の処理に進む。移動ロボット2が起動しているときは(Yes)、図14に示すステップS70に進む。

[0052] ステップS62において、行動検知サーバ4の制御部41は、センサ設置情報モードであるか否かを判断する。センサ設置情報フラグSfがセットされている場合、制御部41は、センサ設置情報モードであると判断し、ステップS60の処理に戻る。センサ設置情報フラグSfがクリアされている場合、制御部41はステップS63の処理に進む。

[0053] ステップS63において、行動検知サーバ4の制御部41は、対象のセンサ(NSi)の過去の記憶データをイベント情報(EI)に要求し、ステップS631の処理に進む。

ステップS631において、行動検知サーバ4の制御部41は、対象のセンサ(NSi)の過去の記憶データをイベント情報(EI)から読み出し、ステップS64の処理に進む。

ステップS64において、行動検知サーバ4の制御部41は、過去の記憶データから比較データを算出し、ステップS65の処理に進む。制御部41は、例えば受信した検知情報(NSi, Et, SD)に対して平均化を行う

ことで、比較データを算出する。

[0054] ステップS 6 5において、行動検知サーバ4の制御部4 1は、検知情報（ NS_i ， E_t ， SD ）と比較データ（ CD ）を比較する。その差が閾値 ε_1 を超える場合（ Yes ）、制御部4 1は、日常と異なる行動を検知したと判断し、ステップS 6 7に進む。制御部4 1は、ステップS 6 7において、モードを異常モードに変更し、異常モードフラグ EM_f を1に設定する。

その差が閾値 ε_1 以下の場合（ Yes ）、行動検知サーバ4の制御部4 1は、通常状態であると判断し、検知情報をイベント情報（ E_l ）へ追加する（S 6 6）。その後、制御部4 1は、ステップS 6 0の処理に戻る。

[0055] 図1 4は、イベント情報（ E_l ）モードのうち移動ロボット2が起動しているときの処理を示すフローチャートである。

ステップS 7 0において、行動検知サーバ4の制御部4 1は、異常モードフラグ EM_f がセットされているか否かによって、異常処理モードか否かを確認する。制御部4 1は、異常処理モードであると判断した場合（ Yes ）、図1 7の異常モードに遷移する。制御部4 1は、異常処理モードでないと判断した場合（ No ）、ステップS 7 1の処理に進む。

[0056] ステップS 7 1において、行動検知サーバ4の制御部4 1は、センサ設置情報モードであるか否かを判断する。センサ設置情報フラグ S_f がセットされている場合（ Yes ）、制御部4 1は、センサ設置情報モードであると判断し、ステップS 6 0の処理に戻る。センサ設置情報フラグ S_f がクリアされている場合（ No ）、制御部4 1はステップS 7 2の処理に進む。

[0057] ステップS 7 2において、行動検知サーバ4の制御部4 1は、移動ロボット2へ自己位置情報 G_l （ R ， X ， Y ）をリクエストする。制御部4 1は、移動ロボット2から自己位置情報 G_l （ R ， X ， Y ）を取得すると、ステップS 7 3の処理に進む。

[0058] ステップS 7 3において、行動検知サーバ4の制御部4 1は、移動ロボット2の自己位置情報 G_l （ R ， X ， Y ）とセンサ設置情報（ S_l ）から、移動ロボット2によって反応しているセンサ装置1の検知情報を判別する。制

御部41は、移動ロボット2によって反応しているセンサ装置1以外の他のセンサ装置1の検知情報を、人や動物などの移動体の行動検知情報(MI)であると判別し、ステップS74の処理に進む。

[0059] ステップS74において、行動検知サーバ4の制御部41は、行動検知情報(MI)と比較するデータをイベント情報(EI)にリクエストする。

ステップS741において、制御部41は、リクエストしたデータを取得し、ステップS75の処理に進む。

[0060] ステップS75において、行動検知サーバ4の制御部41は、イベント情報(EI)から得たデータから比較データ(CD)を算出し、ステップS76の処理に進む。

ステップS76において、行動検知サーバ4の制御部41は、行動検知情報(MI)と比較データ(CD)を比較する。比較した結果が閾値 ε_2 を超える場合(Yes)、行動検知サーバ4の制御部41は、異常常態であると判断して、ステップS78の処理に進み、処理状態を異常モードにし、異常モードフラグEMfを1に設定する。制御部41は、閾値 ε_2 以下の場合(No)、ステップS77の処理に進む。

[0061] ステップS77において、行動検知サーバ4の制御部41は、行動検知情報(MI)をイベント情報(EI)へ追記し、ステップS60の処理に戻る。

異常モードに処理を移した行動検知サーバ4の制御部41は、図15から図17および図18を用いて以下のような処理を行う。

[0062] 図15は、日常行動(イベント情報(EI))には、 $E_{t3} - E_{t4}$ 間でNS5(センサ装置1-5)の反応がある場合に、 $E_{t4} - E_{t5}$ 間でNS6(センサ装置1-6)の反応が無いような異常常態時の処理の流れを示している。

[0063] 図16は、検知したセンサ(NSi)の時系列毎の検知情報を図示したものである。

図16に示すように、 $E_{t4} - E_{t5}$ 間でセンサ検知反応が無い場合、行

動検知サーバ4の制御部41は、イベント情報(EI)と検知情報(NSi, SD)を比較する。イベント情報(EI)と検知情報(NSi, SD)の差が閾値を越えた場合、制御部41は、異常行動であると判断し、移動ロボット2へ異常行動が発見された(NSi)へ向かうように、センサ設置情報(SI(R, X, Y))を通信する。イベント情報(EI)と検知情報(NSi, SD)が一致する場合、行動検知サーバ4の制御部41は、検知モードを続行する。

[0064] 以上の異常診断モードは、図17において以下のように処理される。

行動検知サーバ4の制御部41は、ステップS80において、移動ロボット2の自己位置(GI(R, X, Y))をリクエストし、移動ロボット2の現在位置を取得し、ステップS81の処理に進む。

ステップS81において、行動検知サーバ4の制御部41は、異常モードフラグに応じて多重分岐する。異常モードフラグEMfが1の場合、行動検知サーバ4の制御部41は、ステップS82の処理に進む。異常モードフラグEMfが2の場合、行動検知サーバ4の制御部41は、ステップS85の処理に進む。異常モードフラグEMfが3の場合、行動検知サーバ4の制御部41は、ステップS87の処理に進む。

[0065] ステップS82において、行動検知サーバ4の制御部41は、移動ロボット2に対して異常状態診断モードであることを送信し、目標座標GIO(NSi, R, X, Y)および通過予測センサ(PS)を送信する(S83)。更に制御部41は、異常モードフラグEMfを2に設定して(S84)、イベント情報モードに遷移する。

[0066] ステップS85において、行動検知サーバ4の制御部41は、移動ロボット2の自己位置(GI)と目標座標(GIO)を比較することによって、移動ロボット2が異常探索エリアに存在するか否かを判断する。自己位置(GI)と目標座標(GIO)との差が閾値 ε_3 未満の場合(N0)、制御部41は、移動ロボット2が異常探索エリアに移動したと判断し、異常モードフラグEMfを3に変更して(S86)、イベント情報モードに遷移する。自己

位置 (G l) と目標座標 (G l o) との差が閾値 ε_3 以上である場合 (Y e s)、制御部 4 1 は、移動ロボット 2 が異常探索エリアに到達していないと判断し、イベント情報モードに遷移する。

[0067] ステップ S 8 7 において、行動検知サーバ 4 の制御部 4 1 は、異常探索モードであると判断し、異常の有無を確認する。異常の有無の確認は、移動ロボット 2 の検知部 2 2 に設けられた画像センサや音声センサによる画像および音声を用いて、異常を検知しても良い。ステップ S 8 7 において異常を検知した場合 (Y e s)、制御部 4 1 は、ステップ S 8 8 の処理に進んで異常レポートを作成し、行動検知サーバ 4 に設けられた外部通信部 4 5 によって、外部のサービスへ異常を連絡し (S 8 8)、イベント情報モードに遷移する。

[0068] ステップ S 8 7 において異常を検知しない場合 (N o)、制御部 4 1 は、ステップ S 8 9 の処理に進んで探索レポートを作成し、行動検知サーバ 4 に設けられた外部通信部 4 5 によって、外部のサービスへ探索レポートを送信する。探索レポートを送信後、行動検知サーバ 4 の制御部 4 1 は、ステップ S 9 0 の処理に進み、異常診断モードをリセットして (S 9 0)、イベント情報モードに遷移する。

[0069] 本発明の行動検知システム S は、居室 9 内に設けた複数のセンサ装置 1 と、居室 9 内を移動する移動手段を有した移動ロボット 2 とを連携させている。これにより、行動検知システム S は、センサ装置 1 の誤動作によって発生する誤情報の発信を防止しつつ、利用者のプライバシーを確保可能である。

[0070] 《第 2 の実施形態》

図 1 8 は、第 2 の実施形態における行動検知システムの構成を示す概略図である。第 2 の実施形態では、複数のセンサ装置 1 の代わりに複数の家電機器 8 を居室に設置し、センサ装置の検知情報の代わりに家電機器の操作情報や検知情報を検知することで、人の行動を検知するものである。これら複数の家電機器 8 は、第 1 の実施形態におけるセンサ装置 1 の機能に加えて、家電機器としての各種機能を備えている。

[0071] 図18に示すように、行動検知システムSは、複数の家電機器8と、移動ロボット2と、給電装置3と、行動検知サーバ4とを含んで構成される。

家電機器8は、居室内に設置されて各種機能を実現するものであり、例えばテレビや照明やエアコンなどである。家電機器8は、通信部14によって、自身が操作された際の操作情報を外部に送信するものである。

[0072] 複数の家電機器8は、制御部81と、検知部82と、記憶部83と、通信部84と、電源部85と、無線タグ86を備える。電源部85は、この家電機器8を起動し、家電機器8の各部に電力を供給する。通信部84は、無線または有線の通信モジュールであり、家電機器8に対する操作情報および家電機器8の固有IDを行動検知サーバ4へ送信する。記憶部83は、例えばROMやフラッシュメモリであり、家電機器8の固有IDを記憶する。

[0073] 《第3の実施形態》

第1の実施形態及び第2の実施形態は、センサ装置1の位置が固定されていることを前提としていた。しかしながら、室内の増改築、部屋の使途の見直し等に起因して、センサ装置1の個数、位置及びそれらが監視する空間が変化することが多い。このような変化があった場合でも、第1（第2）の実施形態の行動検知システムは、ロボット2を稼働させることによって、変更後のセンサ装置1の位置及び個数を反映したセンサ設置情報（S1）及びイベント情報（E1）を作成できる。すると、第1（第2）の実施形態の行動検知システムは、センサ装置1の位置とロボット2が移動した空間の幾何情報の対応関係も作成できることになる。

[0074] しかしながら、ユーザがセンサ設置情報（S1）の一部の初期値を手動で入力し、さらにセンサ装置1の位置、個数等を変えた後、その変更内容をセンサ設置情報（S1）に再度手動で入力することも可能である。ユーザによっては、多少手間をかけても当該入力を機動的に行った方が、その後の行動検知システムの動作（異常発生時の現場への的確な到着等）に安心感を持てると考える場合もある。そこで、第3の実施形態の行動検知システムは、センサ装置1、ロボット2及び行動検知サーバ4に加えてインタフェース装置

6を備える。当該構成の追加に伴い、センサ設置情報（S I）の構成の一部が第1（第2）の実施形態に比して、変更される（詳細後記）。

[0075] 図19は、第3の実施形態における行動検知システムの構成を示す概略図である。行動検知システムSは、インタフェース装置6を備える。インタフェース装置6は、例えば携帯式のコンピュータであり、室内等においてユーザによって操作される。インタフェース装置6は、制御部61、ディスプレイ等の表示部62、キーボード、マウス、タッチパネル等の入力部63、記憶部66、行動検知サーバ4等と通信するための通信部65、及び、電源部64を有する。記憶部66は、センサ設置情報（S I）等を記憶する。電源部64は、外部電源5から受電した電力を制御部61等に供給する。

[0076] 図20は、インタフェース装置6の表示部62が表示するインタフェース画面71の一例である。インタフェース画面71は、住空間地図（L S）を欄72に表示し、センサ設置情報（S I）を欄73に表示する。ここで表示されている住空間地図（L S）は、図2において説明した居室9を示す図と、以下の点で異なっている。

- ・住空間地図（L S）は、全体的に格子線（破線）で覆われている。
- ・住空間地図（L S）は、リビングにはセンサ装置NS1及びNS2が設置されており、図2におけるセンサ装置NS2は、未だ配置されていない状態を示している。

[0077] ここで表示されているセンサ設置情報（S I）は、図3において説明したセンサ設置情報（S I）と、以下の点で異なっている。

- ・図20のセンサ設置情報（S I）は、図3のセンサ設置情報（S I）のイベント発生時刻（E t）の欄に代わって、センサ種類（T y p e）、センサID（I D）、及び、検知範囲（A r e a）の各欄を有している。

[0078] センサ種類とは、センサ装置1の検知部12の種類（赤外線式、超音波式等）である。

検知範囲とは、1つのセンサ装置が確実に人等を検知し得る空間の大きさであり、ここでは、床面上の面積である。“S p o t”は、面積が定義され

ないケース（玄関の錠前等）であることを示す。

[0079] いま、ユーザは、以下のことを考えている。

- ・リビングの右側部分に、新たなセンサ装置NS 2を追加する必要がある。
- ・そのセンサ装置NS 2のセンサ種類は、“Oc”である。
- ・そのセンサ装置NS 2の検知範囲は、住空間地図（LS）の格子の数で約16個分である。
- ・そのセンサ装置NS 2の検知範囲を、今後は“NR 2”として管理したい。

[0080] このとき、ユーザは、マウス等の入力部63で16個分の格子を指定し、その指定した領域中に、“NR 2”を示すアイコン及び“NS 2”を示すアイコンを置く。“NS 2”を示すアイコンには、そのセンサ装置のセンサID及びセンサ種類が紐付いている。すると、インタフェース装置の制御部61は、センサ設置情報（S1）の新たなレコード74を作成し、インタフェース画面71の欄73に表示する。

[0081] 当該処理は、センサ装置を追加する場合の例であるが、行動検知システムSの使用開始時のように、複数のセンサ装置についての入力を一度に行う場合もある（センサ初期情報入力）。ただし、初期入力の段階では、住空間地図（LS）は未だ存在しないので、ユーザは、アイコン等を使用するのではなく、センサ設置情報（S1）に対して直接、文字列等を入力することになる。このような処理の発生に伴い、第1の実施形態におけるセンサ設置情報モードのフローチャート（図8）が一部変更される。

[0082] 図21は、センサ設置情報モードの処理を示すフローチャートである。図21においては、図8に対してステップS40bが追加され、図8のステップS43、S44及びS45が、それぞれステップS43b、S44b及びS45bに置き換えられている。以降では、ステップS40b、S43b、S44b及びS45bを説明する。

[0083] ステップS40bにおいて、インタフェース装置6の制御部61は、センサ初期情報（NS, Type, ID, Area）の入力を受け付ける。具体

的には、制御部61は、表示部62にインタフェース画面71の欄73を表示し、ユーザがNS、ID、Type、Area及びNRの各欄に入力部63を介してデータを入力するのを受け付ける。ユーザは、全てのセンサ装置1について当該入力操作を繰り返す。制御部61は、全てのセンサ装置1についてのレコードをセンサ設置情報(SI)として記憶部66に記憶する。

[0084] ステップS43bにおいて、インタフェース装置6の制御部61は、移動ロボットへ空間情報をリクエストする。具体的には、制御部61は、移動ロボット2に対して空間情報(GI(R, X, Y))をリクエストする。

[0085] ステップS44bにおいて、インタフェース装置6の制御部61は、移動ロボットから空間情報を取得し、ユーザがセンサ装置の位置の変更を入力するのを受け付ける。具体的には、第1に、制御部61は、移動ロボット2から空間情報(GI(R, X, Y))を取得する。

第2に、制御部61は、ステップS44bの“第1”において取得した空間情報を使用して、インタフェース画面71の欄72に住空間地図(LS)を表示し、ユーザに対してセンサ位置の変更入力を促す。すると、ユーザは前記したように、欄72に表示されている住空間地図(LS)上で、変化があったセンサ装置についての入力操作を行う。

[0086] ステップS45bにおいて、インタフェース装置6の制御部61は、各NSについて検知領域を定義する。具体的には、制御部61は、ステップS44bの“第2”において入力されたデータに対応するレコードをインタフェース画面71の欄74に表示する。制御部61は、変更後のレコードを、センサ設置情報(SI)の一部として記憶部66に記憶する。

[0087] (人及びロボットの動き)

図22は、人の動きを説明する図である。いま、リビング1、トイレ5及び浴室8が廊下2、廊下3、廊下4、廊下6及び廊下7によって結ばれている住空間地図81を想定する。これらは、センサ装置NS_i(*i* = 1、2、・・・、8)に対応している。なお、ここでの番号(1、2、・・・)は、専ら図22における説明目的のものであり、図1における同じ番号とは直接

の関係を有さない。センサ装置 NS_i が、ある 1 日の人の動きを検知した結果が、チャート 8 2 である。チャート 8 2 の横軸は時間であり、縦軸は、各センサ装置の個別 ID (NS_i) である。あるセンサ装置が人を検知すると、その時間帯においてそのセンサ装置の“チャート線（太い実線）”が凸状に変化する。

[0088] センサ装置 1 がこのような検知を多くの回数繰り返すと、人の通常時の動きがチャート 8 2 上に“パタン”として現れる。例えば、パタン 1 は、人がリビング 1 からトイレ 5 に移動し、その後リビング 1 に戻る場合のチャート線の組合せである。パタン 1 は、1 日のうち例えば 5、6 回周期的に現れる。 NS_1 、 NS_2 、 NS_3 、 NS_4 及び NS_5 のそれぞれの凸部の時間幅は、毎回ほぼ同じである。

[0089] パタン 2 は、人がリビング 1 から浴室 8 に移動し、その後リビング 1 に戻る場合のチャート線の組合せである。パタン 2 は、1 日のうち例えば夜間に 1 回周期的に現れる。 NS_1 、 NS_2 、 NS_3 、 NS_4 、 NS_6 、 NS_7 及び NS_8 のそれぞれの凸部の時間幅は、毎回ほぼ同じである。

[0090] 図 2 3 は、異常発生時の人及びロボットの動きを説明する図である。パタン 1 b に注目すると、廊下 3 (NS_3) において、チャート線の凸部の時間幅が、図 2 2 の時間幅に比して有意に長くなっている。行動検知サーバ 4 の制御部 4 1 は、時点 t_1 において異常を検知し、ロボット 2 に対し目標座標 $G1o$ を送信する。すると、ロボット 2 は、人が転倒している可能性の高い位置（廊下 3）に移動する。

[0091] パタン 1 c に注目すると、廊下 4 (NS_4) において、通常の時間幅の凸部が出現した直後、どの NS_i においても凸部が出現していない。行動検知サーバ 4 の制御部 4 1 は、時点 t_2 において異常を検知し、ロボット 2 に対し目標座標 $G1o$ を送信する。すると、ロボット 2 は、人が誘拐されている可能性の高い位置（廊下 4）に移動する。

[0092] パタン 2 b に注目すると、浴室 8 (NS_8) において、チャート線の凸部の時間幅が、図 2 2 の時間幅に比して有意に長くなっている。行動検知サー

バ4の制御部41は、時点t3において異常を検知し、ロボット2に対し目標座標G10を送信する。すると、ロボット2は、人が卒倒している可能性の高い位置（浴室8）に移動する。

[0093] （変形例）

本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば上記した実施形態は、本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。また、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることも可能である。

[0094] 上記の各構成、機能、処理部、処理手段などは、それらの一部または全部を、例えば集積回路などのハードウェアで実現してもよい。上記の各構成、機能などは、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈して実行することにより、ソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイルなどの情報は、メモリ、ハードディスク、SSD（Solid State Drive）などの記録装置、または、フラッシュメモリカード、DVD（Digital Versatile Disk）などの記録媒体に置くことができる。

[0095] 各実施形態において、制御線や情報線は、説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には、殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

本発明の変形例として、例えば、次の（a）～（e）のようなものがある。

[0096] （a） 行動検知サーバ4を設けず、移動ロボット2がイベント情報モードの処理や異常モードの処理を実行してもよい。

（b） 行動検知サーバ4を設けず、各センサ装置1が自律的にイベント情報モードの処理や異常モードの処理を実行してもよい。

(c) 行動検知サーバ4の通信部44と外部通信部45とは、共通であってもよい。

(d) 第1の実施形態の移動ロボット2は無線タグを備え、センサ装置1によってこの無線タグを検知するようにしてもよい。これにより、センサ装置1が確実に移動ロボット2を検知できるようになる。

(e) センサ設置情報モードが終了した後であっても、センサ位置の変更を検知した際には、記憶部に記憶されたセンサ位置情報を修正してもよい。

符号の説明

[0097] S 行動検知システム

1, 1-1~1-7 センサ装置

11 制御部

12 検知部 (第1センサ)

13 記憶部

14 通信部 (第1通信手段)

15 電源部

2 移動ロボット

21 制御部

22 検知部 (第2センサ)

23 機構部

24 記憶部

25 電源部

26 操作部

27 通信部 (第2通信手段)

3 給電装置

31 検知部

32 通信部

4 行動検知サーバ

41 制御部

- 4 2 記憶部
- 4 3 タイマ
- 4 4 通信部 (第 3 通信手段)
- 4 5 外部通信部 (外部通信手段)
- 5 外部電源
- 6 インタフェース装置
- 6 1 制御部
- 6 2 表示部
- 6 3 入力部
- 6 4 電源部
- 6 5 通信部
- 6 6 制御部
- 8, 8 - 1 ~ 8 - 7 家電機器 (センサ装置)
- 8 1 制御部
- 8 2 検知部 (第 1 センサ)
- 8 3 記憶部
- 8 4 通信部 (第 1 通信手段)
- 8 5 電源部
- 9 居室