



MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,  
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,  
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

(57) 要約: 自機が発した音や光等のリスクによって周囲が受ける影響を低減する。実施形態に係る情報処理装置(100)は、所定のエリア内に存在する空間中を伝播するリスクによって影響を受ける影響対象に基づいて駆動部(107)が実行する行動を計画する計画部(105)を備える。

## 明 細 書

発明の名称：

情報処理装置、情報処理システム、行動計画方法及びプログラム

### 技術分野

[0001] 本開示は、情報処理装置、情報処理システム、行動計画方法及びプログラムに関する。

### 背景技術

[0002] 近年、家庭におけるロボット掃除機やペットロボット、工場や物流倉庫における運搬ロボットなど、人工知能を備えた自律移動ロボットの開発が盛んに行なわれている。

[0003] 一般的に、自律移動ロボットの行動計画では、2次元の行列データである格子地図（オキュパンシーマップ、オキュパンシーグリッドマップ、又は、単にグリッドマップともいう）を用いて、自律移動ロボットの移動経路などがスケジューリングされる。

[0004] 自律移動ロボットの移動経路を決定する際の経路探索では、自律移動ロボットと障害物との衝突を避けるために、自律移動ロボットから障害物までの距離がコストとして用いられる。具体的には、センサ等により障害物の存在が観測された位置に対応する格子地図上のマスに対して障害物の存在確率が高く設定され、障害物が存在しないことが観測されたマスに対して障害物の存在確率が低く設定される。そして、この格子地図に対し、自律移動ロボットの機体サイズや安全率等を表現するために、障害物領域の膨張処理等が実行され、その後、ダイクストラ法やA\*（スター）に代表されるグラフ探索アルゴリズムを用いて最適経路が決定される。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0005] 特許文献1：特開2006-95635号公報

特許文献2：特開2008-213082号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、通常の自律移動ロボットは、目的地への移動やアーム等を使った各種作業やユーザとのコミュニケーション等を行なうために、モータの駆動音や音声や光等を発している。そのため、経路探索では、障害物との衝突といったような有形のリスクから自機が影響を受けることを回避するだけでなく、自身が発した音や光等のリスクによって周囲が受ける影響を低減するように、最適経路を探索する必要がある。

[0007] そこで本開示では、自機が発した音や光等のリスクによって周囲が受ける影響を低減することが可能な情報処理装置、情報処理システム、行動計画方法及びプログラムを提案する。

### 課題を解決するための手段

[0008] 上記の課題を解決するために、本開示に係る一形態の情報処理装置は、所定のエリア内に存在する空間中を伝播するリスクによって影響を受ける影響対象に基づいて駆動部が実行する行動を計画する計画部を備える。

[0009] (作用) 本開示に係る一形態の情報処理装置によれば、駆動部が発するリスクによって周囲の影響対象が受ける影響が抑えられるように、駆動部の行動計画を事前に立てることが可能となる。これにより、自機が発した音や光等のリスクによって周囲が受ける影響を低減することが可能となる。

### 発明の効果

[0010] 本開示によれば、自機が発した音や光等のリスクによって周囲が受ける影響を低減することが可能な情報処理装置、情報処理システム、行動計画方法及びプログラムを実現することが可能となる。なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載された何れかの効果であってもよい。

### 図面の簡単な説明

[0011] [図1]本開示の一実施形態の例示的な概要を説明するための図である。

[図2]本開示の一実施形態に係る自律システムの概略構成例を示すブロック図である。

[図3]本開示の一実施形態に係るクラス設定の流れの一例を示す図である。

[図4]本開示の一実施形態に係る影響対象記憶部が実行する処理の流れの一例を示す図である。

[図5]本開示の一実施形態に係る光／音響データを取得した際の自律移動体の位置及びセンサの数や位置等を示す図である。

[図6]本開示の一実施形態に係る自律移動体の各センサで取得された光／音響データの例を示す図である。

[図7]本開示の一実施形態に係る光／音響データから生成した環境光／音情報の例を示す図である。

[図8]本開示の一実施形態に係る環境光／音記憶部が実行する処理の流れの一例を示す図である。

[図9]本開示の一実施形態に係る音源登録／更新処理の一例を示すフローチャートである。

[図10]本開示の一実施形態に係る観測位置での騒音レベル登録処理の一例を示すフローチャートである。

[図11]本開示の一実施形態に係る未観測の地点（グリッド）における騒音レベルを推定する際の処理の流れの一例を示す図である。

[図12]本開示の一実施形態に係る騒音レベル推定動作の一例を示すフローチャートである。

[図13]本開示の一実施形態に係る伝達関数推定動作の一例を示す図である。

[図14]本開示の一実施形態に係る騒音レベル補間動作の一例を示す図である。

[図15]本開示の一実施形態に係る騒音レベル補間動作の一例を示すフローチャートである。

[図16]本開示の一実施形態に係る伝達関数記憶部が実行する動作の一例を示す図である。

[図17]本開示の一実施形態に係る許容音量地図を作成する際の処理の一例を示す図である。

[図18]本開示の一実施形態に係る許容音量地図を作成する際の処理の一例を示すフローチャートである。

[図19]本開示の一実施形態に係る実施形態に係る自律システムの概略構成例を示すブロック図である。

[図20]本開示の一実施形態に係る自律移動体の概略構成例を示すブロック図である。

### 発明を実施するための形態

[0012] 以下に、本開示の一実施形態に係る情報処理装置、情報処理システム、行動計画方法及びプログラムについて、図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下の実施形態において、同一の部位には同一の符号を付することにより重複する説明を省略する。

[0013] また、以下に示す項目順序に従って本開示を説明する。

#### 1. 一実施形態

##### 1. 1 自律システムの概要

##### 1. 2 自律システムの構成例

##### 1. 3 自律システムの動作例

###### 1. 3. 1 影響対象認識部の動作例

###### 1. 3. 2 影響対象記憶部の動作例

###### 1. 3. 3 環境光／音認識部の動作例

###### 1. 3. 4 環境光／音記憶部の動作例

###### 1. 3. 4. 1 音源登録／更新処理

###### 1. 3. 4. 2 観測位置での騒音レベル登録処理

###### 1. 3. 4. 3 騒音レベル推定動作

###### 1. 3. 4. 3. 1 騒音レベル推定動作のフローチャート

##### 1. 3. 5 伝達関数推定部の動作例

###### 1. 3. 5. 1 伝達関数推定動作の例

### 1. 3. 5. 2 騒音レベル補間動作の例

#### 1. 3. 5. 2. 1 騒音レベル補間動作のフローチャート

### 1. 3. 6 伝達関数記憶部の動作例

### 1. 3. 7 行動計画用地図作成部の動作例

#### 1. 3. 7. 1 許容音量地図作成動作のフローチャート

### 1. 3. 8 行動計画用地図作成部の動作例

## 1. 4 システム構成例

## 1. 5 自律移動体

## 1. 6 むすび

### [0014] 1. 一実施形態

以下で例示する実施形態では、家庭内ペットロボットやロボット掃除機や無人航空機や追従運搬ロボットや自動運転機能を搭載した自動車など、各種センサを搭載した自律移動体（以下、自機ともいう）を含む自律システムが適用対象として想定されているが、本開示はこのような自律システムに限定されず、例えば駆動機構を備えたロボットアームやマニピュレータ等の可動部及び／又はインタラクティブなコミュニケーション機能を備えたスマートスピーカなど、自律又は遠隔操作による駆動（発音や発光等を含む）によって音を発する可能性のある種々の装置又はシステムを適用対象とすることが可能である。

[0015] 以下で例示する実施形態では、自律移動体が行動計画を立てる際に、自律移動体 1 が発する音や光や風や匂い等の空間中を伝播するリスクが周囲に与える影響が考慮される。それにより、自律移動体 1 が環境に与える悪影響を低減するように行動計画を立てることが可能となるため、人や他の自律移動体が存在する環境に受け入れられ易い自律システムを実現することが可能となる。例えば、自律移動体 1 の発する音が周囲の環境に与える影響を考慮することで、人の少ない通路を優先的に通行したり、会議室の前は静かに走行したりといったような、オフィスや図書館など、空間中を伝播するリスクから受ける影響の大きい対象が多く存在する環境に適した行動計画を立てるこ

とが可能となる。

[0016] 1. 1 自律システムの概要

図1は、本実施形態の例示的な概要を説明するための図である。図1には、自律移動体1が、スタート地点P0から目的地P1へ移動する行動計画を立て、その行動計画にしたがってスタート地点P0から目的地P1へ移動する場合が例示されている。

[0017] 図1に示すように、本実施形態では、まず、センサによる周囲の観測や事前に収集しておいた情報に基づいて、自律移動体1の発するリスクから受ける影響の大きい対象（人H1～H5、電子機器など。以下、影響対象という）や、リスクの伝達が低い境界（壁W1～W4、ドア、カーテンなど）の位置などが把握される。つぎに、リスクの伝達関数を用いて自律移動体1の発するリスクによる影響の度合いが計算され、その計算結果に基づいて、自律移動体1の発するリスクによって周囲の影響対象が受ける影響の度合いが低くなる経路R0が計画される。具体的には、影響対象（人H1～H4）が存在する通路A11及びA22よりも影響対象が存在しない又は影響対象の数が少ない通路A12、A21及びA23を優先したり、影響対象が存在する通路A11及びA22から距離が離れた通路A12、A21及びA23を優先したり、リスクの伝播を遮断する仕切りが存在しない通路A22及びA23よりもリスクを遮蔽する自動ドアE1及びE2が存在する通路A21を優先したりすることで、自律移動体1の発するリスクによって周囲の影響対象が受ける影響の度合いが低くなる経路R0が計画される。

[0018] 図1に示すような行動計画を立てる際には、例えば、以下の点に着目することが、より良い行動計画を立てる上での一つの目安になると考えられる。ただし、これらの点に限定されるものではなく、目的や周囲の環境等に応じて種々変形できることは言うまでもない。

（1）音や光や風や匂い等のリスクにより影響を受ける影響対象を検出する点

（2）周囲の空間における音や光や風や匂い等のリスクの伝達関数を推定す

る点

(3) 自機の発する音や光や風や匂い等のリスクが影響対象に与える影響を推定する点

(4) 推定した影響を考慮しつつ行動計画を立てる点

[0019] 1. 2 自律システムの構成例

つぎに、本実施形態に係る自律システムの概略構成例について、以下に図面を参照して詳細に説明する。図2は、本実施形態に係る自律システムの概略構成例を示すブロック図である。図2に示すように、自律システム100は、センサ101と、認識部102と、地図作成部103と、行動計画用地図作成部(第4作成部)104と、行動計画部105と、制御部106と、アクチュエータ107と、光/音響センサ121と、影響対象認識部(第1認識部)122と、影響対象記憶部(第1作成部)123と、環境光/音認識部(第2認識部)124と、環境光/音記憶部(第2作成部)125と、伝達関数推定部(推定部)126と、伝達関数記憶部(第3作成部)127とを備える。

[0020] センサ101は、外界を計測する外界センサや自機の状態を計測する内界センサ(機体センサともいう)などのセンサモジュールである。外界センサには、外界の情報を画像情報として取得するカメラ(RGB、グレースケール、ステレオ、デプス、赤外線などを含む)、ToF(Time of Flight)センサ、LIDAR(Light Detection and Ranging又はLaser Imaging Detection and Ranging)センサ、RADAR(Radio Detection And Ranging)センサなどを用いることができる。内界センサには、エンコーダ、ポテンショメータや、電圧計、電流計、ひずみゲージ、圧力計、IMU(Inertial Measurement Unit)、温度計、湿度計などを用いることができる。なお、センサ101を構成するセンサモジュールの数は1つに限定されず、複数であってもよい。センサ101は、上記のようなセンサモジュールで計測した計測データ101aを、例えば後述する認識部102、影響対象認識部122、環境光/音認識部124及び伝達関数推定部126へ出力する

。

[0021] 認識部102は、センサ101の計測データ101aを入力として、外界や自機の状態を認識するモジュールである。外界認識としては、障害物認識、形状認識（床認識、壁認識等）、一般物体認識、マーカ認識、文字認識、白線・車線認識、音声認識などを適用することができる。機体認識としては、自己位置推定、自己運動状態推定（速度・加速度・ジャーク等）、機体状態推定（電源残量、温度、関節角等）などを適用することができる。認識部102は、外界認識の結果として得られた外界情報102aを、例えば後述する地図作成部103へ出力する。また、認識部102は、機体認識の結果として得られた自機状態102bを、例えば後述する行動計画部105及び制御部106へ出力する。なお、図2には、外界情報102a及び自機状態102bがそれぞれ1つずつであるかのように示されているが、それぞれ1つとは限らず、例えばセンサ101の種類や地図作成部103が作成する地図の種類等に応じてそれぞれ複数あってもよい。

[0022] 地図作成部103は、認識部102から外界認識の結果として出力された外界情報102aを入力として外界地図を作成するモジュールである。地図作成部103は、認識部102からの外界情報102aを時間軸に沿って蓄積したり、複数の認識部102からの外界情報102aを統合したりすることで、行動計画を立てる際に使用する外界地図103aを作成する。作成される外界地図103aとしては、自律移動体1が通行可能かどうかを表現した障害物・移動領域地図や、どこに何があるかを表現した物体地図、領域の名前や関連性、意味づけを表現したトポロジカル地図などを挙げることができる。なお、図2では、作成される外界地図103aが1つであるかのように示されているが、1つに限られず、地図の種類や用途等に応じて複数の外界地図103aが作成されてよい。

[0023] 行動計画用地図作成部104は、地図作成部103で作成された外界地図103aを入力として行動計画のための情報を埋め込んだ行動計画用地図104aを作成するモジュールである。その際、行動計画用地図作成部104

は、外界地図 103a に含まれる物体や領域が自律移動体 1 にとってどのような意味を持つのかに応じて、行動計画用地図 104a に種々の情報を埋め込む。そこで、行動計画用地図作成部 104 は、影響対象に関する情報（後述する影響対象地図 123a）、環境光や環境音や環境風や環境臭などの環境中に存在するリスクに関する情報（後述する環境光／音地図 125a）、及び、リスクの伝達関数に関する情報（例えば後述する伝達関数地図 127a）を追加の入力として用いることで、行動計画用地図 104a に種々の情報を埋め込む。例えば、本実施形態では、行動計画用地図作成部 104 は、環境中に存在するリスクから基準となるリスクの程度（光量、音量、風量、臭いの強さ等）を決定し、影響対象に応じた感度を考慮して許容するリスクの程度（光量、音量、風量、臭いの強さ等）を決定する。そして、決定した許容するリスクの程度と伝達関数とを用いて空間中の許容するリスクの程度に関する地図（例えば後述する許容音量地図 104c に相当）を作成し、作成した許容するリスクの程度に関する地図を行動計画用地図 104a とする。なお、行動計画用地図 104a の作成については、後述において詳細に説明する。また、図 2 では、行動計画用地図 104a が 1 つであるかのように示されているが、1 つに限られず、用途等に応じて複数の行動計画用地図 104a が作成されてよい。

[0024] 行動計画部 105 は、所定のエリア内におけるリスクによって影響を受ける影響対象の位置に基づいてアクチュエータ 107 が実行する行動を計画する計画部であり、行動計画用地図作成部 104 で作成された行動計画用地図 104a と、認識部 102 での機体認識の結果として得られた自機状態 102b とを入力として行動計画情報（自機）105a を作成して出力するモジュールである。行動計画情報（自機）105a は、階層的な構造を持つ情報であってもよいし、複数の情報の集合であってもよい。例えば、行動計画情報（自機）105a は、行動方針、長期的行動、短期的行動などの階層構造を有している。また、行動の内容が移動であれば、広域のトポロジカル地図を利用したトポロジカル経路計画、観測範囲の障害物地図を利用した座標経

路計画、次の数秒間のダイナミクスを含む運動計画などが行動計画情報（自機）１０５ａに含まれ得る。

[0025] 制御部１０６は、行動計画情報（自機）１０５ａと自機状態１０２ｂとを入力として制御指令１０６ａを出力するモジュールである。例えば制御部１０６は、行動計画情報（自機）１０５ａで計画された行動と自機状態１０２ｂとの誤差を求め、その誤差を減らすように制御指令１０６ａを決定し、決定した制御指令１０６ａをアクチュエータ１０７へ出力する。アクチュエータ１０７は、空間中を伝播するリスクの発生を伴う行動を実行する駆動部である。なお、図２では、制御指令１０６ａが１つであるかのように示されているが、１つに限られず、アクチュエータ１０７の数や行動の内容等に応じて複数の制御指令１０６ａが出力されてもよい。また、制御指令１０６ａが階層的な構造を備えていてもよい。

[0026] アクチュエータ１０７は、制御指令１０６ａを入力として実世界へ作用するモジュールである。このアクチュエータ１０７には、エンジンやモータ、スピーカ、プロジェクタ、発光器（電球、ＬＥＤ、レーザポインタ等）などが含まれ得る。なお、図２では、アクチュエータ１０７が１つであるかのように示されているが、上述したように、アクチュエータ１０７は複数であってもよい。

[0027] 光／音響センサ１２１は、照度センサ、カメラ、マイク、マイクアレイ、振動センサ、高速カメラなど、外部環境におけるリスクを計測して光／音響データ１２１ａを出力するためのセンサモジュールである。光／音響センサ１２１は、１つに限らず、複数であってもよい。光／音響センサ１２１は、センス結果より生成した光／音響データ１２１ａを、影響対象認識部１２２、環境光／音認識部１２４及び伝達関数推定部１２６へ出力する。

[0028] 影響対象認識部１２２は、計測データ１０１ａや光／音響データ１２１ａを入力として自律移動体１が発するリスクの影響を受ける影響対象を認識するためのモジュールである。影響対象認識部１２２が実行する認識処理には、例えば、人認識（人検出、人識別、人位置推定等）、行動推定（歓談中か

、集中して作業をしているか等）、状態推定（メガネやサングラスをかけているか、イヤホンやヘッドホンをしているか等）、領域・コンテキスト（会議室、電話中）検出、赤ん坊認識、音響（話し声、作業音、寝息等）による対象の位置・方向推定などが含まれ得る。そして、影響対象認識部 122 は、上記のような認識処理の結果として、認識した影響対象を識別するための識別情報（ID）、影響対象の推定位置、影響対象の種別、影響対象に関して推定されるリスクから受ける影響の度合い（感度など）を決定し、決定した結果を影響対象情報 122a として出力する。このように、本実施形態に係る影響対象認識部 122 は、物体検出や位置推定等によって物体（検出対象）の種類や位置等を特定するだけでなく、物体（検出対象）がリスクから受ける影響の度合いも推定する。なお、影響対象認識部 122 の数は 1 つに限られず、複数であっても良い。

[0029] 影響対象記憶部 123 は、影響対象情報 122a を記憶・管理するためのモジュールである。すなわち、影響対象記憶部 123 は、影響対象認識部 122 から受け取った影響対象情報 122a を揮発性記憶媒体上に短期的又は長期的に記憶したり、既に不揮発性記憶媒体上に記憶されている影響対象情報 122a を読み込んだりする。そして、影響対象記憶部 123 は、時系列に沿って影響対象情報 122a を蓄積することで、「この領域には働いている人がいる可能性が高い」、「ここは会議室であり、日中は静かにしなければならない」など、影響対象が存在する可能性のある領域に関する情報を含む影響対象地図 123a を作成する。このように、本実施形態に係る影響対象記憶部 123 は、影響対象情報 122a の記憶や影響対象地図 123a の作成だけでなく、影響対象がリスクから受ける影響の度合い（後述における影響対象の推定感度）、影響対象の時間帯ごとの属性の違い、影響対象の存在確率などの情報の蓄積も実行する。なお、影響対象記憶部 123 の数は 1 つに限られず、複数であってもよい。また、作成された影響対象地図 123a は、上述した行動計画用地図作成部 104 へ出力される。

[0030] 環境光／音認識部 124 は、光／音響データ 121a（必要に応じて計測

データ 101 a) を入力として、環境全体のリスクレベル、リスクの発生源ごとのリスクレベル、周波数ごとの光量・音量や風向ごとの風力や匂いの種類ごとの匂いの強さ等の情報、リスクの発生源の方向、リスクの発生源の位置などを認識するためのモジュールである。ここで、リスクレベルとは、リスクの程度に関する情報であって、例えば、光度レベル、騒音レベル、風力、匂いの強さ等の情報である。また、リスクの発生源とは、光源、音源、風や匂いの発生源等であってよい。

[0031] 環境光／音認識部 124 は、例えば、リスクの発生源に関する定位（光源・音源定位等）、リスクの発生源の分離（光源・音源分離等）などを実行することで、リスクの発生源のモデル（光源ごとの光モデル、音源ごとの音響モデル、風の発生源ごとの風モデル、匂いの発生源ごとの匂いモデル等。以下、リスクモデルという）を推定する。なお、リスクモデルとは、リスクの発生源が発するリスクの種類や程度に関するモデルであって、光モデルや音響モデルであれば、周波数スペクトラム、特徴的な波形等を含むモデルである。また、風モデルであれば風向、風力等を含むモデルであり、匂いモデルであれば、匂いの種類、匂いの強さ等を含むモデルである。

[0032] そして、環境光／音認識部 124 は、ある地点のリスクレベル、各リスクの発生源を識別するための識別情報（光源・音源 ID 等）、リスクの発生源の推定位置、リスクの発生源のリスクモデルなどからなる 1 つ以上のリスク源データ（例えば後述する音源データに相当）を含む環境光／音情報 124 a を出力する。なお、環境光／音認識部 124 の数は 1 つに限られず、複数であってもよい。また、環境光／音認識部 124 が実行する処理の詳細については後述する。

[0033] 環境光／音記憶部 125 は、環境光／音情報 124 a を記憶・管理するためのモジュールである。すなわち、環境光／音記憶部 125 は、環境光／音認識部 124 から受け取った環境光／音情報 124 a を揮発性記憶媒体上に短期的又は長期的に記憶したり、既に不揮発性記憶媒体上に記憶されている環境光／音情報 124 a を読み込んだりする。そして、環境光／音記憶部 1

25は、時系列に沿って環境光／音情報124aを蓄積することで、所定エリア内の各地点（後述するグリッドマップG32における各グリッドに相当）におけるリスクレベルを把握して、リスクデータ（例えば後述の環境音データに対応）を作成する。

[0034] また、環境光／音記憶部125は、後述する伝達関数記憶部127から伝達関数地図127aを受け取り、受け取った伝達関数地図127aとリスクデータとを用いることで、未だ光／音響センサ121にてリスク（環境光や環境音や環境風や環境臭等）が直接観測されていない地点のリスクレベルを推定する。そして、環境光／音記憶部125は、観測されたリスクレベルと推定されたリスクレベルとを用いることで、自機以外のリスクの発生源に起因したリスクレベルに関する情報を含む環境光／音地図（環境地図ともいう）125aを作成する。このように作成された環境光／音地図125aは、行動計画用地図作成部104へ出力される。なお、上述のリスクデータは、伝達関数推定部126へも出力される。また、環境光／音記憶部125の数は1つに限られず、複数であってもよい。さらに、環境光／音記憶部125が実行する処理の詳細については後述する。

[0035] 伝達関数推定部126は、計測データ101aや光／音響データ121aを入力として空間中の光や音や風等のリスクの伝達関数を推定するためのモジュールである。例えば、伝達関数推定部126は、カメラやLIDARセンサなどのセンサ101を用いて壁や家具などの材質・厚み等を推定し、推定された壁や家具などの材質・厚み等から減衰率を特定し、特定した減衰率から伝達関数を推定する。また、伝達関数推定部126は、例えば、環境光／音記憶部125から環境光／音地図125aを受け取ることで、複数地点のリスクレベルを把握し、把握した各地点のリスクレベルから地点間の伝達関数を直接推定する。そして、伝達関数推定部126は、推定した地点間の伝達関数に基づいて、各2地点間の周波数ごとの伝達関数情報126aを出力する。なお、伝達関数推定部126の数は1つに限られず、複数であってもよい。また、伝達関数推定部126が実行する処理の詳細については後述

する。

[0036] 伝達関数記憶部 127 は、伝達関数情報 126 a を記憶・管理するためのモジュールである。すなわち、伝達関数記憶部 127 は、伝達関数推定部 126 から受け取った伝達関数情報 126 a を揮発性記憶媒体上に短期的又は長期的に記憶したり、既に不揮発性記憶媒体上に記憶されている伝達関数情報 126 a を読み込んだりする。そして、伝達関数記憶部 127 は、時系列に沿って伝達関数情報 126 a を蓄積することで、空間中の伝達関数の精度を向上させると同時に、リスクの空間中の伝わり易さを示す伝達関数に関する情報を含む伝達関数地図 127 a を作成する。作成された伝達関数地図 127 a は、上述した行動計画用地図作成部 104 へ出力される。なお、伝達関数記憶部 127 の数は 1 つに限られず、複数であってもよい。また、伝達関数記憶部 127 が実行する処理の詳細については後述する。

[0037] 1. 3 自律システムの動作例

つぎに、本実施形態に係る自律システム 100 の動作について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の説明では、影響対象認識部 122、影響対象記憶部 123、環境光／音認識部 124、環境光／音記憶部 125、伝達関数推定部 126、伝達関数記憶部 127、行動計画用地図作成部 104 及び行動計画部 105 の動作に着目する。また、以下で例示する動作は、例えばマルチタスクのスレッド又はプロセスとして起動しておき、必要に応じて逐次実行されるものであってもよい。さらに、以下の説明では、簡略化のため、影響対象に対して影響を与えるリスクが音である場合を例示するが、これに限定されず、光や風や匂いやその他のリスクに対しても同様に適用することが可能である。

[0038] 1. 3. 1 影響対象認識部の動作例

まず、影響対象認識部 122 の動作例を、図面を参照して詳細に説明する。本説明における影響対象とは、環境中に存在する、自律移動体 1 の発する音のリスクから受ける影響の大きい対象（物体）のことである。この認識対象には、人などの生物個体だけでなく、マイクなどの無生物や会議室といっ

た領域を持った空間なども含まれ得る。

[0039] 影響対象認識部 122 は、上述したように、物体検出や位置推定等によって物体（検出対象）の種類や位置等を特定するだけでなく、物体が音から受ける影響の度合いも推定する。そこで、影響対象認識部 122 は、影響対象認識処理として、音の影響を受ける物体に注目したクラス設定を実行する。このクラス設定の流れを図 3 に示す。なお、図 3 には、音の影響を受ける物体のクラスとして「集中して作業している人」、「ヘッドホンをしている人」などが用いられたクラス設定が例示されている。

[0040] 図 3 に示すように、クラス設定では、センサ 101 で取得された RGB 画像 G30 に対して物体検出 (S31) を実行することで、RGB 画像 G30 に含まれる影響対象である人（矩形領域 H10 及び H20）を検出する。また、物体検出 (S31) と並行して、ステレオ視などの技術を用いた画像処理 (S32) を実行することで、RGB 画像 G30 の深度画像 G31 を生成する。つづいて、深度画像 G31 における矩形領域 H10 及び H20 の位置に基づいて、自律移動体 1 から人（矩形領域 H10 及び H20）までの距離 D10 及び D20 及びその方向を測定し (S33a 及び S33b)、この測定された距離 D10 及び D20 及び方向に基づくことで、2次元の行列型のデータ（以下、グリッドマップという）G32 上の人（矩形領域 H10 及び H20）の位置 p10 及び p20 を推定する (S34)。そして、推定したグリッドマップ G32 上の人（矩形領域 H10 及び H20）の位置 p10 及び p20 を影響対象情報 122a として出力する。

[0041] なお、図 3 におけるグリッドマップ G32 は、例えば、実空間における自律移動体 1 の行動範囲に対応する地図情報であって、影響対象情報 122a、影響対象地図 123a、環境光／音情報 124a、環境光／音地図 125a、伝達関数地図 127a、外界地図 103a、行動計画用地図 104a 等の他の情報においても共通する領域に関する地図情報である。また、図 3 において三角マークで示されている自律移動体 1 の位置 p30 は、影響対象情報 122a に含まれていなくてもよい。さらに、図 3 では、2次元のグリッ

ドマップG32を示しているが、これに限らず、ボックスセルを用いた3次元のグリッドマップが用いられてもよい。その場合、推定される人（矩形領域H10及びH20）の位置p10及びp20は、高さ方向の情報も含む3次元的な位置となる。

[0042] 1. 3. 2 影響対象記憶部の動作例

つぎに、影響対象記憶部123の動作例を、図面を参照して詳細に説明する。影響対象記憶部123は、影響対象認識部122において各タイミングで得られた影響対象情報122aを、例えばRGB画像を取得した時刻の情報に基づいて時系列に沿って蓄積することで、影響対象の空間的及び時間的特性を分析して記憶する。この影響対象記憶部123が実行する処理の流れを図4に示す。なお、図4において、上段は、各タイミング $t$  ( $=T_0 \sim T_2$ ) で取得された影響対象情報122a（例えば影響対象の位置）の例を示し、下段は、各タイミング $t$  ( $=T_0 \sim T_2$ ) で得られた影響対象情報122aを用いて更新された影響対象地図123aの例を示している。また、タイミング $T_0$ 以前には、影響対象が1つも検出されていなかったものとする。

[0043] 図4に示すように、影響対象記憶部123は、影響対象認識部122から入力されたタイミング $T_0$ の影響対象情報122a0（図3の影響対象情報122aに相当）に基づいて現在の影響対象地図123aを更新することで、タイミング $T_0$ の影響対象地図123a0を作成する。ここで、タイミング $T_0$ 以前には影響対象が1つも検出されていなかったため、更新後の影響対象地図123a0には、影響対象情報122a0に含まれている人（矩形領域H10及びH20）の位置p10及びp20に基づく存在確率分布P10及びP20が登録される。

[0044] つぎに、影響対象記憶部123は、影響対象認識部122から入力されたタイミング $T_1$ の影響対象情報122a1に基づいて現在の影響対象地図123a0を更新することで、タイミング $T_1$ の影響対象地図123a1を作成する。具体的には、影響対象記憶部123は、タイミング $T_0$ の影響対象地図123a0に登録されている存在確率分布P10及びP20と、影響対象情報

1 2 2 a 1 に含まれている人（矩形領域 H 1 0 及び H 2 0）の位置 p 1 1 及び p 2 1 とに基づいて、人（矩形領域 H 1 0 及び H 2 0）の存在確率分布 P 1 1 及び P 2 1 を生成し、生成した存在確率分布 P 1 1 及び P 2 1 で影響対象地図 1 2 3 a 0 を更新することで、タイミング T<sub>1</sub> の影響対象地図 1 2 3 a 1 を作成する。

[0045] 以降同様に、影響対象記憶部 1 2 3 は、影響対象認識部 1 2 2 から入力された影響対象情報 1 2 2 a 1 に基づいて現在の影響対象地図 1 2 3 a を更新することで、各タイミング t で最新の影響対象地図 1 2 3 a を作成する。

[0046] このように、影響対象記憶部 1 2 3 は、各タイミングのセンス結果から得られた影響対象認識処理の結果（影響対象情報 1 2 2 a）を時系列に沿って蓄積することで、影響対象それぞれの存在位置の広がり（存在確率分布）を記憶している。なお、図 4 では、影響対象記憶部 1 2 3 が、センス結果から得られた短期的な情報（影響対象情報 1 2 2 a）を記憶する場合が例示されているが、これに限られず、例えば、「左上の領域には昼間に人がいる可能性が高い」というような長期的な情報を記憶してもよい。なお、短期的な情報とは、有効性（鮮度ともいう）が短期間で低下する情報であってよく、長期的な情報とは、有効性が長期間維持される情報であってよい。

[0047] 1. 3. 3 環境光／音認識部の動作例

つぎに、環境光／音認識部 1 2 4 の動作例を、図面を参照して詳細に説明する。環境光／音認識部 1 2 4 は、環境（グリッドマップ G 3 2 に相当）中の各地点（各グリッドに相当）における音の特性を認識するとともに、その発生源である音源の位置等を認識又は推定する。音源を認識する目的は、空間全体の音の特性を推定することにある。音の特性としては、周波数スペクトルやその時間変化などである。したがって、光／音響センサ 1 2 1 が検出結果として出力する光／音響データ 1 2 1 a には、周波数スペクトルやその時間変化、位置や方向なども含まれ得る。以下の説明では、これらのような音源に関する情報を、音源データとする。

[0048] 図 5 ～図 7 は、音響認識処理の流れを示す図であり、図 5 は、光／音響デ

ータ 1 2 1 a（本例では音響データ）を取得した際の自律移動体 1 の位置及びセンサ 1 0 1（本説明ではマイク又はマイクアレイ）の数や位置等を示し、図 6 は、自律移動体 1 の各センサ 1 0 1（マイク又はマイクアレイ）で取得された光／音響データ 1 2 1 a の例を示し、図 7 は、光／音響データ 1 2 1 a から生成した環境光／音情報 1 2 4 a（本例では環境音情報）の例を示す。なお、図 5～図 7 に示す流れは、音に代えて光を対象とした場合にも同様に適用することができる。

[0049] 図 5 に示すように、本例では、自律移動体 1 が前後左右に配置された合計 4 つのマイク M 1～M 4 を備えているとする。そして、自律移動体 1 の各マイク M 1～M 4 からは、図 6 に示すような波形を含む光／音響データ 1 2 1 a が得られたとする。また、自律移動体 1 の位置 p 3 0 は、例えばセンサ 1 0 1 から入力された情報に基づき、デッドレコニング方式やスターレコニング方式の自己位置推定にて特定されているとする。そこで、環境光／音認識部 1 2 4 は、図 6 に示す波形の中から特徴的な波形（実線の波形 L 1 1～L 1 4 及び破線の波形 L 2 1～L 2 4）を抽出し、それぞれの波形 L 1 1～L 1 4 及び L 2 1～L 2 4 の音が各マイク M 1～M 4 に到達する時間の差に基づくことで、図 7 に示すように、それぞれの音の音源の位置 k 1 0 及び k 2 0 を推定する。したがって、本説明における音源データには、例えば、推定された位置 k 1 0 及び k 2 0 の情報が含まれている。

[0050] 図 7 に示す例では、波形 L 2 4 が、マイク M 4 に最も早く到達し、又、波形 L 2 4 に対応する波形 L 2 3 がマイク M 3 に到達するよりも早く、波形 L 2 4 に対応する波形 L 2 1 がマイク M 1 に到達していることから、当該波形 L 2 1～L 2 4 の音の音源は、自律移動体 1 の左側やや前方方向の位置 k 2 0 に存在していると推定される。同様に、波形 L 1 1～L 1 4 の音の音源は、自律移動体 1 の右側前方方向の位置 k 1 0 に存在していると推定される。

[0051] また、環境光／音認識部 1 2 4 は、図 6 に示す波形から、当該波形を観測した地点（観測位置 c 3 0）での総合的な騒音レベルを算出する。その際、環境光／音認識部 1 2 4 は、図 6 に示す波形から、観測位置 c 3 0 での騒音

モデルを特定してもよい。騒音モデルとは、観測された音の周波数スペクトルやその時間変化等に関するモデルである。以下では、説明の簡略化のため、騒音レベルの情報に適宜、騒音モデルの情報が含まれているものとする。

[0052] 環境光／音認識部 124 は、上述のように推定した音源の位置  $k10$  及び  $k20$  と、観測位置  $c30$  と、観測位置  $c30$  での騒音レベル（＝70 dB（デシベル））とを、環境光／音情報 124a として出力する。

[0053] さらに、環境光／音認識部 124 は、同一の音源を異なる音源として処理することを回避するために、例えば光／音響データ 121a における周波数スペクトルやその時間変化、位置や方向などに基づいて、各音源を識別するための識別情報（ID）を生成し、生成した ID を対応する音源の音源データに含める。さらにまた、環境光／音認識部 124 は、環境光／音情報 124a がいつ取得された光／音響データ 121a に基づくものであるかを示す情報として、光／音響データ 121a に含まれるタイムスタンプの情報等を、観測時間の情報として環境光／音情報 124a に含める。

[0054] 1. 3. 4 環境光／音記憶部の動作例

つぎに、環境光／音記憶部 125 の動作例を、図面を参照して詳細に説明する。環境光／音記憶部 125 は、環境光／音認識部 124 から出力された環境光／音情報 124a を時系列に沿って統合することで、環境中における各地点の音の特性に関する情報の精度を向上するとともに、音の特性の長期的な時間変化を推定したり、音源の移動速度やその分散（存在確率分布）などを推定したりする。この環境光／音記憶部 125 が実行する処理の流れの一例を図 8 に示す。図 8 において、上段は、各タイミング  $t$ （＝ $T_0 \sim T_2$ ）で取得された環境光／音情報 124a（例えば図 7 参照）の例を示し、下段は、各タイミング  $t$ （＝ $T_0 \sim T_2$ ）で得られた環境光／音情報 124a を用いて更新された環境音データ（上述のリスクデータに対応）の例を示している。また、タイミング  $T_0$  以前には、環境音データが作成されていなかったものとする。なお、環境音データとは、例えば、音源の位置や観測位置  $c30$  での騒音レベルに関する情報であってよい。

[0055] 図8に示すように、環境光／音記憶部125は、環境光／音認識部124から入力されたタイミング $T_0$ の環境光／音情報124a0（図7の環境光／音情報124aに相当）に基づいて現在の環境音データを更新することで、タイミング $T_0$ の環境音データ124b0を作成する。ここで、タイミング $T_0$ 以前には環境音データが作成されていなかったため、環境音データ124b0には、環境光／音情報124a0に含まれている音源データ及び観測位置に関する情報から、音源の位置 $k10$ 及び $k20$ に基づく存在確率分布 $K10$ 及び $K20$ と、観測位置 $c30$ が属するグリッド $C30$ の騒音レベル（例えば70dB）とが登録される。

[0056] つぎに、環境光／音記憶部125は、環境光／音認識部124から入力されたタイミング $T_1$ の環境光／音情報124a1に基づいて現在の環境音データ124b0を更新することで、タイミング $T_1$ の環境音データ124b1を作成する。具体的には、環境光／音記憶部125は、タイミング $T_0$ の環境音データ124b0に登録されている存在確率分布 $K10$ 及び $K20$ と、環境光／音情報124a1に含まれている音源データから特定される音源の位置 $k11$ 及び $k21$ とに基づいて、音源の存在確率分布 $K11$ 及び $K21$ を生成し、生成した存在確率分布 $K11$ 及び $K21$ で環境音データ124b0を更新する。また、環境光／音記憶部125は、環境光／音情報124a1に含まれている観測位置 $c31$ が属するグリッド $C31$ の騒音レベルを環境音データ124b0に新たに登録する。これにより、タイミング $T_1$ の環境音データ124b1が作成される。

[0057] つぎに、環境光／音記憶部125は、環境光／音認識部124から入力されたタイミング $T_2$ の環境光／音情報124a2に基づいて現在の環境音データ124b1を更新することで、タイミング $T_2$ の環境音データ124b2を作成する。以降同様に、環境光／音記憶部125は、環境光／音認識部124から入力された環境光／音情報124aに基づいて現在の環境音データを更新することで、各タイミング $t$ で最新の環境音データを作成する。

[0058] 1. 3. 4. 1 音源登録／更新処理

環境光／音記憶部 125 が実行する上記の動作において、各タイミング  $t$  の環境光／音情報 124 a に含まれている音源の位置に基づいて環境音データに新規に音源の存在確率分布を登録するか、既に登録されている音源の存在確率分布を更新するかの処理（音源登録／更新処理）は、例えば図 9 に例示するフローチャートによっても表すことができる。

[0059] 図 9 に示すように、音源登録／更新処理では、環境光／音記憶部 125 は、まず、タイミング  $t$  で入力された環境光／音情報 124 a に含まれている音源データの ID を特定し（ステップ S101）、既に環境音データに存在確率分布を登録済みの音源に、ステップ S101 で特定した ID と同じ ID の音源が存在するか否かを判定する（ステップ S102）。

[0060] 同じ ID の音源が未だ環境音データに登録されていない場合（ステップ S102 の NO）、環境光／音記憶部 125 は、新規 ID の音源データに基づいて新規の音源に関する存在確率分布を生成し、生成した存在確率分布を環境音データに追加し（ステップ S103）、本動作を終了する。

[0061] 一方、同じ ID の音源が既に環境音データに登録されている場合（ステップ S102 の YES）、環境光／音記憶部 125 は、新たに通知された環境光／音情報 124 a の音源データに基づき、環境音データにおける同じ ID の音源に対して新たな推定結果（位置等）を追加する（ステップ S104）。そして、環境光／音記憶部 125 は、環境音データにおける各音源に蓄積された推定結果（位置や存在確率分布等）に基づいて各音源の存在確率分布を更新する（ステップ S105）。例えば、環境光／音記憶部 125 は、カルマンフィルタに代表されるデータフュージョン等によって複数の音源データから各音源の位置と存在確率分布とを更新する。その後、環境光／音記憶部 125 は、本動作を終了する。

[0062] 1. 3. 4. 2 観測位置での騒音レベル登録処理

また、環境光／音記憶部 125 が実行する上記の動作において、自律移動体 1 が実際に観測を行った観測位置が属するグリッドに騒音レベルを登録する処理（観測位置での騒音レベル登録処理）は、例えば図 10 に例示するフ

ローチャートによっても表すことができる。

[0063] 図10に示すように、観測位置での騒音レベル登録処理では、環境光／音記憶部125は、まず、タイミングtで入力された環境光／音情報124aに含まれている観測位置からグリッドマップG32において対応するグリッドを特定する（ステップS111）。つづいて環境光／音記憶部125は、特定したグリッドに対し、環境光／音情報124aに含まれている観測時間及び騒音レベルの情報を環境音データに追加し（ステップS112）、本動作を終了する。

[0064] 1. 3. 4. 3 騒音レベル推定動作

また、環境光／音記憶部125は、後述において詳細に説明する伝達関数記憶部127から伝達関数地図127aを受け取ることで、未観測の地点（グリッドマップG32のグリッドに相当）における騒音レベルを推定する。なお、本説明における地点（グリッド）は、一点である必要はなく、2次元の広がりを持った領域又は3次元の広がりを持った空間であってよい。図11に、未観測の地点（グリッド）における騒音レベルを推定する際の処理の流れの一例を示す。

[0065] 図11に示すように、環境光／音記憶部125は、音源登録／更新処理（図9参照）及び観測位置での騒音レベル登録処理（図10参照）によって得られた環境音データ（例えば図8の右下の環境音データ124b2）と、伝達関数記憶部127から入力された伝達関数地図127aを用いることで、未観測の地点（グリッド）にまで騒音レベルが設定された環境光／音地図125aを作成する。

[0066] 具体的な処理の流れを図11に示す観測位置c30及び位置K22の音源に着目して説明すると、環境光／音記憶部125は、まず、位置K22の音源の音響モデルを、観測位置c30のグリッドC30の騒音レベルから伝達関数地図127aに基づいて逆算して特定する。より具体的には、環境光／音記憶部125は、グリッドC30に設定された騒音レベルを、グリッドC30から位置K22に対応するグリッドまでの経路上に位置するグリッドに

順次、伝達関数地図 1 2 7 a に基づいて逆伝播させる。これにより、位置 K 2 2 の音源の音響モデルがグリッド C 3 0 の騒音レベルから逆算される。

[0067] 次に、環境光／音記憶部 1 2 5 は、位置 K 2 2 のグリッドを始点とし、位置 K 2 2 の音源の音響モデルを伝達関数地図 1 2 7 a に基づいて順次、グリッド C 3 0 ～ C 3 2 以外のグリッドへ伝播させることで、直接騒音レベルが観測されていない全てのグリッドについての騒音レベルを推定して設定する。これにより、図 1 1 の右図に示すような、全てのグリッドに対して騒音レベルが設定された環境光／音地図 1 2 5 a が作成される。なお、1 つのグリッドに対して複数の経路から伝播した騒音レベルが求められる場合には、例えば最も高い騒音レベルを当該グリッドの騒音レベルとしてもよい。

[0068] 1. 3. 4. 3. 1 騒音レベル推定動作のフローチャート

上述した騒音レベル推定動作の一例を、図 1 2 に示すフローチャートを用いて説明する。図 1 2 に示すように、本動作では、環境光／音記憶部 1 2 5 は、環境光／音情報 1 2 4 a に音源データが含まれているか否かを判定し（ステップ S 1 2 1）、含まれていない場合（ステップ S 1 2 1 の NO）、本動作を終了する。一方、音源データが含まれている場合（ステップ S 1 2 1 の YES）、環境光／音記憶部 1 2 5 は、ステップ S 1 2 2 へ進み、環境光／音情報 1 2 4 a に含まれている全ての音源データに対して以降の処理を実行する。

[0069] ステップ S 1 2 2 では、環境光／音記憶部 1 2 5 は、環境光／音情報 1 2 4 a に含まれている全ての音源データについて、各音源データが示す音源の位置に対応するグリッドマップ G 3 2 上のグリッドを特定する。次に、環境光／音記憶部 1 2 5 は、処理予定のグリッドを登録するリスト（以下、第 1 処理予定リストという）を初期化し（ステップ S 1 2 3）、この第 1 処理予定リストに、ステップ S 1 2 2 で特定した全ての音源のグリッドを処理予定グリッドとして追加登録する（ステップ S 1 2 4）。

[0070] 次に、環境光／音記憶部 1 2 5 は、第 1 処理予定リストが空であるか否かを判定し（ステップ S 1 2 5）、空である場合、すなわち、第 1 処理予定リ

ストに処理予定グリッドが1つも登録されていない場合（ステップS 1 2 5のY E S）、本動作を終了する。一方、第1処理予定リストに処理予定グリッドが登録されている場合（ステップS 1 2 5のN O）、環境光／音記憶部1 2 5は、第1処理予定リストに登録されている処理予定グリッドの1つを注目グリッドとして選択し（ステップS 1 2 6）、この選択した処理予定グリッドを第1処理予定リストから削除する（ステップS 1 2 7）。そして、環境光／音記憶部1 2 5は、ステップS 1 2 8へ進み、注目グリッドに隣接する隣接グリッド（これを第1隣接グリッドという）のすべてについて、以降の処理を実行する。なお、ステップS 1 2 6における処理予定グリッドの選択ルールは、例えばラウンドロビンなど、種々のルールであってよい。

[0071] ステップS 1 2 8では、環境光／音記憶部1 2 5は、伝達関数記憶部1 2 7から入力された伝達関数地図1 2 7 aに基づいて、注目グリッドとこれに隣接する第1隣接グリッドそれぞれとの間の伝達関数を特定する。つづいて、環境光／音記憶部1 2 5は、各第1隣接グリッドの騒音レベルを、第1隣接グリッドそれぞれについて実際に測定された騒音レベルと、注目グリッドの騒音レベルから伝達関数を用いて求めた騒音レベルとのうちの大きい方の騒音レベルに設定する（ステップS 1 2 9）。なお、ステップS 1 2 9では、実際に測定された騒音レベルが設定されていない第1隣接グリッドについては、注目グリッドの騒音レベルから伝達関数を用いて求めた騒音レベルが設定される。

[0072] 次に、環境光／音記憶部1 2 5は、注目グリッドに隣接する全ての第1隣接グリッドそれぞれに隣接するグリッド（これを第2隣接グリッドという）に対して騒音レベルを設定する処理を実行済みであるか否かを判定し（ステップS 1 3 0）、実行済みである場合（ステップS 1 3 0のY E S）、ステップS 1 2 5へリターンして、以降の動作を実行する。一方、未処理の第2隣接グリッドが存在する場合（ステップS 1 3 0のN O）、環境光／音記憶部1 2 5は、未処理の第2隣接グリッドを処理予定グリッドとして第1処理予定リストに追加し（ステップS 1 3 1）、その後、ステップS 1 2 5へリ

ターンして、以降の動作を実行する。

[0073] 1. 3. 5 伝達関数推定部の動作例

つぎに、伝達関数推定部 1 2 6 の動作例を、図面を参照して詳細に説明する。ここで伝達関数とは、ある地点（グリッドに相当）から他の地点（グリッドに相当）に音が伝達する際の音の各周波数帯における減衰率を表現した関数である。なお、リスクを音に限定されない光や風や匂い等の空間中を伝播するリスクとした場合、伝達関数とは、リスクの空間中の伝わり易さを示す情報と定義することもできる。

[0074] 本実施形態に係る伝達関数推定部 1 2 6 の動作には、例えば、センサ 1 0 1 で取得された計測データ 1 0 1 a を用いて伝達関数を推定して第 1 伝達関数情報 1 2 6 b を作成する伝達関数推定動作と、環境光／音記憶部 1 2 5 から入力された環境音データを用いて騒音レベルを補間して第 2 伝達関数情報 1 2 6 c を作成する騒音レベル補間動作とが含まれ得る。なお、上述における伝達関数情報 1 2 6 a には、第 1 伝達関数情報 1 2 6 b と第 2 伝達関数情報 1 2 6 c とが含まれている。

[0075] 1. 3. 5. 1 伝達関数推定動作の例

伝達関数推定動作は、計測データ 1 0 1 a に対する物体検出処理で認識された物体を考慮して所定エリア内の各地点（グリッド）間における伝達関数を推定する動作である。伝達関数推定動作の一例を、図 1 3 を用いて説明する。図 1 3 に示すように、伝達関数推定動作では、例えば、計測データ 1 0 1 a に対して物体検出を実行することで、壁 W 1 0 などの環境を構成する物体を検出してその位置やレイアウトを特定する。なお、検出する物体としては、壁 W 1 0 の他に、窓ガラスやカーテンやソファなどが含まれ得る。また、伝達関数推定動作では、検出した物体の形状や素材等が推定され、推定した物体の形状や素材などから物体ごとの減衰率が特定される。図 1 3 に示す例では、壁 W 1 0 の形状及び素材等が推定され、推定された形状や素材等から、壁 W 1 0 の減衰率が特定される。そして伝達関数推定動作では、特定した物体のレイアウトと物体ごとの減衰率とから、所定エリア内の各地点間に

おける伝達関数が推定される。これにより、図 13 の右側に示すような、各地点（グリッド）での減衰率を示す第 1 伝達関数情報 126b が作成される。なお、減衰率の他にも、反射率などが特定されて、第 1 伝達関数情報 126b に含まれてもよい。

[0076] 1. 3. 5. 2 騒音レベル補間動作の例

騒音レベル補間動作は、環境音データに含まれる音源の位置や騒音レベルに基づいて所定エリア内の各地点（グリッド）における騒音レベルを補間する動作である。騒音レベル補間動作の一例を、図 14 を用いて説明する。なお、図 14 では、図 8 の右下に示す環境音データ 124b2 を用いた場合を例示する。図 14 に示すように、騒音レベル補間動作では、例えば、環境音データ 124b2 に含まれる音源の位置 K12 及び K22 と、観測位置 c30～c32 に対応するグリッド C30～C32 での騒音レベルとに基づくことで、直接的に地点間の伝達関数が推定される。具体的には、図 14 の左側に示す環境音データ 124b2 における領域 U10 に着目すると、図 14 の中央の図に示すように、位置 K22 に位置する音源から観測位置 c31 のグリッド C31 まで伝播した音は、さらに隣接グリッド C303 を経た経路と、隣接グリッド C304 を経た経路と、斜め方向の直接的な経路とを経て、観測位置 c32 のグリッド C32 まで伝播する。したがって、隣接グリッド C303 及び C304 それぞれの騒音レベルは、観測位置 c31 のグリッド C31 の騒音レベルと観測位置 c32 のグリッド C32 の騒音レベルとの差分から、直接的に求めることができる。例えば、観測位置 c31 のグリッド C31 の騒音レベルと観測位置 c32 のグリッド C32 の騒音レベルとの中間の騒音レベルが隣接グリッド C303 及び C304 それぞれの騒音レベルであると求めることができる。同様にして、観測位置 c30 に対応するグリッド C30 及び観測位置 c31 に対応するグリッド C31 に隣接する隣接グリッド C301 及び C302 それぞれの騒音レベルについても直接的に求めることができる。これにより、図 14 の右側に示すような、既に騒音レベルが設定済みであったグリッドで挟まれたグリッドの騒音レベルが補間された第

2 伝達関数情報 1 2 6 c が作成される。

[0077] 1. 3. 5. 2. 1 騒音レベル補間動作のフローチャート

ここで、騒音レベル補間動作の一例を、図 1 5 に示すフローチャートを用いて説明する。図 1 5 に示すように、騒音レベル補間動作では、伝達関数推定部 1 2 6 は、まず、環境光／音記憶部 1 2 5 から入力された環境音データにおいて、騒音レベルが設定されたグリッドが存在するか否かを判定する（ステップ S 1 4 1）。騒音レベルが設定されたグリッドが存在しない場合（ステップ S 1 4 1 の NO）、伝達関数推定部 1 2 6 は、本動作を終了する。一方、騒音レベルが設定されたグリッドが存在する場合（ステップ S 1 4 1 の YES）、伝達関数推定部 1 2 6 は、つづいて、環境音データに音源が含まれているか否かを判定する（ステップ S 1 4 2）。音源が含まれていない場合（ステップ S 1 4 2 の NO）、伝達関数推定部 1 2 6 は、本動作を終了する。一方、音源が含まれていた場合（ステップ S 1 4 2 の YES）、伝達関数推定部 1 2 6 は、ステップ S 1 4 3 へ進み、騒音レベルが設定されたグリッドと音源との組合せの全てに対して、以降の動作を実行する。

[0078] ステップ S 1 4 3 では、伝達関数推定部 1 2 6 は、騒音レベルが設定されているグリッドと音源の位置に対応するグリッドとを結ぶ最短経路を特定する。つづいて、伝達関数推定部 1 2 6 は、特定した最短経路上に騒音レベルが設定されている他のグリッドが存在するか否かを判定する（ステップ S 1 4 4）。他のグリッドが存在しない場合（ステップ S 1 4 4 の NO）、伝達関数推定部 1 2 6 は、本動作を終了する。一方、他のグリッドが存在する場合（ステップ S 1 4 4 の YES）、伝達関数推定部 1 2 6 は、最短経路上において騒音レベルが設定されている 2 つのグリッド間に位置するグリッドそれぞれの騒音レベルを、当該騒音レベルが設定されている 2 つのグリッドの騒音レベルの差分と、騒音レベルが設定されている 2 つのグリッドそれぞれの最短経路に沿った音源からの距離とに基づいて求め（ステップ S 1 4 5）、本動作を終了する。なお、ステップ S 1 4 5 では、例えば、音源に近い側の騒音レベルが設定されたグリッドの最短経路上の位置及び騒音レベルと、

音源から遠い側の騒音レベルが設定されたグリッドの最短経路上の位置及び騒音レベルとから、最短経路上の位置の変化に対する騒音レベルの増減の量を示す関数の傾きを求め、この傾きに基づいて、最短経路上において騒音レベルが設定された2つのグリッドで挟まれた他のグリッドの騒音レベルが求められる。

[0079] 1. 3. 6 伝達関数記憶部の動作例

つぎに、伝達関数記憶部127の動作例を、図面を参照して詳細に説明する。伝達関数記憶部127は、伝達関数推定部126で作成された第1伝達関数情報126b及び第2伝達関数情報126cを統合することで、伝達関数地図127aを作成する。この第1伝達関数情報126b及び第2伝達関数情報126cを統合する処理の流れを図16に示す。

[0080] 図16に示すように、伝達関数記憶部127は、第2伝達関数情報126cにおいて騒音レベルが設定されているグリッドC30～C32及び隣接グリッドC301～C304に関しては、第1伝達関数情報126bにおいて設定されている減衰率等を第2伝達関数情報126cにおいて設定されている騒音レベルで上書きすることで、第1伝達関数情報126bと第2伝達関数情報126cとを統合する。これにより、図16の右側に示す伝達関数地図127aが作成される。

[0081] 1. 3. 7 行動計画用地図作成部の動作例

つぎに、行動計画用地図作成部104の動作例を、図面を参照して詳細に説明する。行動計画用地図作成部104は、上述のようにして作成された影響対象地図123a、環境光／音地図125a及び伝達関数地図127aを入力として自律移動体1が実行する行動の計画を立てる際に使用する行動計画用地図104aを作成する。

[0082] 一般的な自律移動体の行動計画を立てる際には、障害物の有無や障害物との距離に応じたコストが使用される。これに対し、本実施形態では、このような障害物に基づくコストに加え、又は、障害物に基づくコストに代えて、自律移動体1が発生する音が影響対象に与える影響をコストとして使用する

。例えば、ある地点でX d Bの音を発生させた場合、影響対象に到達する音はY d Bとなる。そこで本実施形態では、影響対象がY d Bの音を気にする度合いに応じてコストを決定し、このコストを用いて自律移動体1の行動計画を立てる。

[0083] 自律移動体1が発生する音の影響対象に与える影響をコストとして使用するために、本実施形態では、所定エリア内に存在する影響対象に対して与える影響を許容値以下とするための許容音量地図が作成される。この許容音量地図には、各地点において自律移動体1が音を発したとしても所定エリア内に存在する影響対象が受ける影響が許容値以下となる許容音量、すなわち、各地点における自律移動体1が発することを許可する音の最大値が登録されている。行動計画用地図作成部104が許容音量地図を作成する際の処理の一例を図17に示す。なお、図17に示す例では、図4の右下に示す影響対象地図123a2と、図11の右側に示す環境光／音地図125aと、図16の右側に示す伝達関数地図127aとを用いて、許容音量地図を作成する場合を例示する。

[0084] 図17に示すように、行動計画用地図作成部104は、影響対象地図123a2から影響対象の位置P12及びP22や影響対象の推定感度などの情報を取得するとともに、環境光／音地図125aから影響対象の位置P12及びP22に対応するグリッドの騒音レベルを特定することで、影響対象の位置P12及びP22に対応するグリッドにおける許容音量を推定し、この許容音量をグリッドマップG32上に配置した影響対象位置許容音量地図104bを作成する。なお、影響対象の位置に対応するグリッドにおける許容音量の推定は、例えば、「影響対象の位置では既に騒音レベルがX d Bに達しているので、当該影響対象はX d B以下の音は気にしない」というような、各影響対象に対して許容音量を推定するためのルールを予め関数として実装しておくことで実現することができる。

[0085] 次に、行動計画用地図作成部104は、伝達関数地図127aから得られる伝達関数の逆関数を用いることで、影響対象の位置P12及びP22に対

応するグリッドに対して推定された許容音量を全体のグリッドに伝播させる。例えば、ある周波数帯が隣接するグリッドに伝達する際に Y d B の減衰を受けることが伝達関数地図 1 2 7 a 等から特定されている場合には、影響対象の位置に対応するグリッドに近い側のグリッドから遠い側のグリッドへ許容音量を伝播させる際には、近い側のグリッドの許容音量を Y d B 増加させた許容音量を遠い側のグリッドに設定するという逆関数を用いることで、影響対象の位置 P 1 2 及び P 2 2 に対応するグリッドに対して推定された許容音量を全体のグリッドに伝播させる。これにより、各地点における自律移動体 1 が発することを許可する音の最大値が登録された許容音量地図 1 0 4 c が作成される。

[0086] 作成された許容音量地図 1 0 4 c は、障害物の有無や障害物との距離に応じたコストを計算するための地図とともに、又は、単独で、行動計画用地図 1 0 4 a として、行動計画部 1 0 5 へ出力される。

[0087] 1. 3. 7. 1 許容音量地図作成動作のフローチャート

つづいて、行動計画用地図作成部 1 0 4 が許容音量地図 1 0 4 c を作成する際の動作例を、図 1 8 に示すフローチャートを用いて説明する。図 1 8 に示すように、本動作では、行動計画用地図作成部 1 0 4 は、まず、影響対象地図 1 2 3 a に基づいて、所定エリア内に影響対象が存在するか否かを判定する（ステップ S 1 5 1）。影響対象が存在しない場合（ステップ S 1 5 1 の N O）、行動計画用地図作成部 1 0 4 は、本動作を終了する。一方、影響対象が存在する場合（ステップ S 1 5 1 の Y E S）、行動計画用地図作成部 1 0 4 は、ステップ S 1 5 2 へ進み、影響対象地図 1 2 3 a に含まれている全ての影響対象に対して以降の動作を実行する。

[0088] ステップ S 1 5 2 では、行動計画用地図作成部 1 0 4 は、影響対象地図 1 2 3 a に含まれる全ての影響対象の位置に対応するグリッドを特定する。つづいて、行動計画用地図作成部 1 0 4 は、環境光／音地図 1 2 5 a を参照することで、特定したグリッドの騒音レベルを取得する（ステップ S 1 5 3）。つぎに、行動計画用地図作成部 1 0 4 は、各影響対象に対して許容音量を

推定するために予め実装しておいた関数を用いることで、特定したグリッドの許容音量を求める（ステップS 1 5 4）。例えば、行動計画用地図作成部 1 0 4 は、予め実装しておいた関数に、影響対象地図 1 2 3 a から取得した影響対象の推定感度や特定したグリッドの騒音レベルを代入することで、特定したグリッドの許容音量を求める。

[0089] つぎに、行動計画用地図作成部 1 0 4 は、処理予定のグリッドを登録するリスト（以下、第2処理予定リストという）を初期化し（ステップS 1 5 5）、この第2処理予定リストに、ステップS 1 5 2で特定した全ての影響対象の位置に対応するグリッドを処理予定グリッドとして追加登録する（ステップS 1 5 6）。

[0090] 次に、行動計画用地図作成部 1 0 4 は、第2処理予定リストが空であるかを判定し（ステップS 1 5 7）、空である場合、すなわち、第2処理予定リストに処理予定グリッドが1つも登録されていない場合（ステップS 1 5 7のYES）、本動作を終了する。一方、第2処理予定リストに処理予定グリッドが登録されている場合（ステップS 1 5 7のNO）、行動計画用地図作成部 1 0 4 は、第2処理予定リストに登録されている処理予定グリッドの1つを注目グリッドとして選択し（ステップS 1 5 8）、この選択した処理予定グリッドを第2処理予定リストから削除する（ステップS 1 5 9）。そして、行動計画用地図作成部 1 0 4 は、ステップS 1 6 0へ進み、注目グリッドに隣接する隣接グリッド（これを第3隣接グリッドという）のすべてについて、以降の処理を実行する。なお、ステップS 1 5 8における処理予定グリッドの選択ルールは、例えばラウンドロビンなど、種々のルールであってよい。

[0091] ステップS 1 6 0では、行動計画用地図作成部 1 0 4 は、伝達関数記憶部 1 2 7 から入力された伝達関数地図 1 2 7 a に基づいて、注目グリッドとこれに隣接する第3隣接グリッドそれぞれとの間の伝達関数を特定する。つづいて、行動計画用地図作成部 1 0 4 は、各第3隣接グリッドの許容音量を、第3隣接グリッドそれぞれについてステップS 1 5 4で求められた許容音量

と、注目グリッドの許容音量から伝達関数の逆関数を用いて求めた許容音量とのうちの大きい方の許容音量に設定する（ステップS 1 6 2）。なお、ステップS 1 6 2では、ステップS 1 5 4で許容音量が求められていない第3隣接グリッドについては、注目グリッドの許容音量から伝達関数の逆関数を用いて求めた許容音量が設定される。

[0092] 次に、行動計画用地図作成部1 0 4は、注目グリッドに隣接する全ての第3隣接グリッドそれぞれに隣接するグリッド（これを第4隣接グリッドという）に対して許容音量を設定する処理を実行済みであるか否かを判定し（ステップS 1 6 3）、実行済みである場合（ステップS 1 6 3のYES）、ステップS 1 5 7へリターンして、以降の動作を実行する。一方、未処理の第4隣接グリッドが存在する場合（ステップS 1 6 3のNO）、行動計画用地図作成部1 0 4は、未処理の第4隣接グリッドを処理予定グリッドとして第2処理予定リストに追加し（ステップS 1 6 4）、その後、ステップS 1 5 7へリターンして、以降の動作を実行する。

[0093] 1. 3. 8 行動計画用地図作成部の動作例

以上のようにして作成された許容音量地図1 0 4 cを含む行動計画用地図1 0 4 aを用いて行動計画部1 0 5が自律移動体1の行動計画を立てる際には、例えば、許容音量地図1 0 4 cに登録されている各地点の許容音量に基づいて、各地点での自律移動体1の行動が計画される。例えば、速度が大きいほど自律移動体1が発する騒音が大きい場合には、行動計画部1 0 5は、許容音量地図1 0 4 cに登録されている各地点の許容音量に基づいて、各地点での自律移動体1の最大移動速度を決定する。また、行動計画部1 0 5は、自律移動体1が発する音に基づいて、自律移動体1が通行可能な領域を制限する。

[0094] 1. 4 システム構成例

つぎに、本実施形態に係る自律システム1 0 0のシステム構成例を、図面を参照して詳細に説明する。図1 9は、本実施形態に係る自律システム1 0 0の概略構成例を示すブロック図である。図1 9に示すように、本実施形態

に係る自律システム１００は、１以上の自律移動体１Ａ～１Ｎがネットワーク３を介してサーバ２に接続された構成を備える。上述において図２を用いて説明した構成のうち、例えば、認識部１０２と、地図作成部１０３と、行動計画用地図作成部１０４と、行動計画部１０５と、影響対象認識部１２２と、影響対象記憶部１２３と、環境光／音認識部１２４と、環境光／音記憶部１２５と、伝達関数推定部１２６と、伝達関数記憶部１２７とは、サーバ２側に配置されてもよい。また、サーバ２は、例えばクラウドサーバなど、複数のサーバで構成されたサーバ群であってもよい。

[0095] また、行動計画用地図作成部１０４がサーバ２側に配置されている場合には、行動計画用地図作成部１０４は、１以上の自律移動体１それぞれに搭載された光／音響センサ１２１及びセンサ１０１で取得された光／音響データ１２１ａ及び計測データ１０１ａから生成された影響対象地図１２３ａ、環境光／音地図１２５ａ及び伝達関数地図１２７ａを統合して、同一エリアに存在する１以上の自律移動体１に共通の行動計画用地図を作成してもよい。これにより、より多くの情報を用いて行動計画用地図１０４ａを作成することが可能となるため、より正確な行動計画用地図１０４ａを作成することが可能となる。

#### [0096] １．５ 自律移動体

つぎに、本実施形態に係る自律移動体１の一例を、図面を参照して詳細に説明する。図２０は、本実施形態に係る自律移動体の概略構成例を示すブロック図である。図２０に示すように、自律移動体１は、例えば、ＣＰＵ（Central Processing Unit）１２、ＤＲＡＭ（Dynamic Random Access Memory）１３、フラッシュＲＯＭ（Read Only Memory）１４、ＰＣ（Personal Computer）カードインタフェース（Ｉ／Ｆ）１５、無線通信部１６及び信号処理回路１１が内部バス１７を介して相互に接続されることにより形成されたコントロール部１０と、この自律移動体１の動力源としてのバッテリー１８とを備える。コントロール部１０は、例えば、上述における制御部１０６に対応している。

- [0097] また、自律移動体 1 は、移動やジェスチャーなどの動作を実現するための稼働機構として、腕部及び脚部の関節部分や車輪やキャタピラ等の可動部 26 と、この可動部を駆動するためのアクチュエータ 107 とを備える。
- [0098] さらに、自律移動体 1 は、移動距離や移動速度や移動方向や姿勢などの情報を取得するためのセンサ（以下、内界センサという）として、自機の向きや動きの加速度を検出するための慣性計測装置（Inertial Measurement Unit: IMU）20 と、アクチュエータ 107 の駆動量を検出するエンコーダ（又はポテンシオメータ）28 とを備える。なお、内界センサとしては、これらの他にも、加速度センサや角速度センサ等を用いることができる。
- [0099] さらにまた、自律移動体 1 は、自機の周囲の地形や自機の周囲に存在する物体までの距離や方向などの情報を取得するセンサ（以下、外界センサという）として、外部の状況を撮像する CCD（Charge Coupled Device）カメラ 19 と、自機に対して特定の方向に存在する物体までの距離を測定する ToF（Time of Flight）センサ 21 とを備える。なお、外界センサとしては、これらの他にも、LIDAR（Light Detection and Ranging又はLaser Imaging Detection and Ranging）センサ、GPS（Global Positioning System）センサ、磁気センサ、Bluetooth（登録商標）やWi-Fi（登録商標）などの無線通信部 16 における電波強度の測定部（以下、電波強度センサという）等を用いることができる。
- [0100] さらにまた、自律移動体 1 は、光／音響センサ 121 として、外部音を集音するためのマイク 23 を備えている。なお、上述の CCD カメラ 19 は、外界センサとしてだけでなく、光／音響センサ 121 の 1 つとして使用されてもよい。ただし、これに限定されず、光／音響センサ 121 として別途の光センサが設けられてもよい。
- [0101] また、その他にも、自律移動体 1 には、外部から受けた物理的な圧力を検出するためのタッチセンサ 22 や、周囲へ音声等を出力するためのスピーカ 24 や、ユーザ等へ各種情報を表示するための表示部 25 などが設けられてもよい。

- [0102] 以上の構成において、IMU 20、タッチセンサ 22、ToFセンサ 21、マイク 23、スピーカ 24 及びエンコーダ（又はポテンショメータ） 28 などの各種センサ、表示部、アクチュエータ 107、CCDカメラ（以下、単にカメラという） 19 及びバッテリー 18 は、それぞれコントロール部 10 の信号処理回路 11 と接続されている。
- [0103] 信号処理回路 14 は、上述の各種センサから供給されるセンサデータや画像データ及び音声データを順次取り込み、これらをそれぞれ内部バス 17 を介してDRAM 13 内の所定位置に順次格納する。また、信号処理回路 11 は、これと共にバッテリー 18 から供給されるバッテリー残量を表すバッテリー残量データを順次取り込み、これをDRAM 13 内の所定位置に格納する。
- [0104] このようにしてDRAM 13 に格納された各センサデータ、画像データ、音声データ及びバッテリー残量データは、CPU 12 が自律移動体 1 の動作制御を行う際に利用されるとともに、必要に応じて、無線通信部 16 を介して外部のサーバ 2 へ送信される。また、影響対象情報 122 a、影響対象地図 123 a、環境光／音情報 124 a、環境光／音地図 125 a、伝達関数情報 126 a、伝達関数地図 127 a、外界情報 102 a、外界地図 103 a、行動計画用地図 104 a 等が自律移動体 1 側で作成される場合には、これらのデータが必要に応じて無線通信部 16 を介して外部のサーバ 2 へ送信されてもよい。なお、無線通信部 16 は、Bluetooth（登録商標）やWi-Fi（登録商標）などの他、無線LAN（Local Area Network）や移動体通信網等の所定のネットワークを介して外部のサーバ 2 と通信を行なうための通信部であってよい。
- [0105] CPU 12 は、例えば、自律移動体 1 の電源が投入された初期時、不図示のPCカードスロットに装填されたメモリカード 30 又はフラッシュROM 14 に格納された制御プログラムをPCカードインタフェース 15 を介して又は直接読み出し、これをDRAM 13 に格納する。
- [0106] また、CPU 12 は、上述のように信号処理回路 11 よりDRAM 13 に順次格納される各センサデータ、画像データ、音声データ及びバッテリー残量

データに基づいて自機及び周囲の状況や、ユーザからの指示及び働きかけの有無などを判断する。

[0107] さらに、CPU 12は、DRAM 13等に格納されている地図データ又は無線通信部 16を介して外部のサーバ2から取得した地図データと各種情報とを利用して、自己位置推定や種々の動作を実行する。例えば、CPU 12は、無線通信部 16を介して外部のサーバ2から取得した行動計画情報（自機）105aに基づいて、アクチュエータ 107へ与える制御指令 106aを生成し、これを信号処理回路 11を介してアクチュエータ 107へ出力する。

[0108] そして、CPU 12は、上述の判断結果や推定された自己位置やDRAM 13に格納されている制御プログラムや作成又は受信した行動計画情報（自機）105a等に基づいて、その後の行動を決定すると共に、当該決定結果に基づいて必要なアクチュエータ 107を駆動させることにより、移動やジェスチャーなどの各種行動を実行する。

[0109] その際、CPU 12は、必要に応じて音声データを生成し、これを信号処理回路 11を介して音声信号としてスピーカ 24に与えることにより当該音声信号に基づく音声を外部に出力させたり、表示部 25に各種情報を表示させたりする。

[0110] このようにして、自律移動体 1は、自機及び周囲の状況や、ユーザからの指示及び働きかけに応じて自律的に行動し得るように構成されている。

[0111] なお、以上で説明した自律移動体 1の構成は、単なる一例に過ぎず、目的や用途に応じて種々の自律移動体を適用することが可能である。すなわち、本開示における自律移動体 1には、家庭内ペットロボットなどの自律移動ロボットやロボット掃除機や無人航空機や追従運搬ロボットなどに限られず、自動車などの自己位置を推定する種々の移動体を適用することが可能である。

[0112] 1. 6 むすび

以上のように、本実施形態によれば、自律移動体 1が発するリスクによっ

て周囲の影響対象が受ける影響を推定することが可能になる。それにより、本実施形態によれば、自律移動体 1 が行動を起こす前に、自律移動体 1 の行動に起因して周囲の影響対象が受ける影響を推定することが可能となるため、周囲の影響対象が受ける影響が抑えられた行動計画を事前に立てることが可能となる。例えば、自律移動体 1 が発するリスクによって周囲の影響対象が受ける影響が許容値以下に抑えられるような行動を計画することが可能となる。その結果、人などのリスクによって影響を受けやすい環境、例えば、図書館やオフィスなどの環境にも受け入れられ易い自律システム 100 を実現することが可能となる。

[0113] また、自律移動体 1 の行動に起因して周囲の影響対象が受ける影響を事前に推定することで、周囲の環境に応じて自律移動体 1 が発するリスクが許容量以下となるように、自律移動体 1 の行動計画を立てることも可能となる。さらに、自律移動体 1 が周囲の影響対象に与える影響を抑える場合に限らず、警告音やプロジェクションなど、積極的に周囲に影響を与えたい場合もある。本実施形態に係る自律システム 100 によれば、このような場合においても、影響を与えたい対象への影響量を推定することで、自律移動体 1 が発するリスクの程度を適切に調整することが可能になる。

[0114] 以上、本開示の実施形態について説明したが、本開示の技術的範囲は、上述の各実施形態そのままに限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。また、異なる実施形態及び変形例にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

[0115] また、本明細書に記載された各実施形態における効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、他の効果があってもよい。

[0116] なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

(1)

所定のエリア内に存在する空間中を伝播するリスクによって影響を受ける影響対象に基づいて駆動部が実行する行動を計画する計画部を備える情報処理装置。

(2)

前記所定のエリア内における前記影響対象に関する情報を含む影響対象地図を作成する作成部をさらに備え、

前記計画部は、前記影響対象地図に基づいて前記駆動部が実行する前記行動を計画する

前記(1)に記載の情報処理装置。

(3)

所定のセンサで取得されたセンサ情報に基づいて、前記影響対象の前記所定のエリア内での位置を決定する認識部をさらに備え、

前記作成部は、前記認識部で決定された前記影響対象の前記所定のエリア内での位置に基づいて、前記影響対象が存在する可能性のある領域に関する情報を含む前記影響対象地図を作成し、

前記計画部は、前記影響対象地図に含まれる前記影響対象が存在する可能性のある領域に関する情報に基づいて、前記駆動部が実行する前記行動を計画する

前記(2)に記載の情報処理装置。

(4)

前記認識部は、前記センサ情報に基づいて、前記影響対象が前記リスクから受ける影響の度合いさらに決定し、

前記作成部は、前記認識部で決定された前記影響の度合いを含む前記影響対象地図を作成し、

前記計画部は、前記影響対象が存在する可能性のある領域に関する情報に加え、前記影響対象地図に含まれる前記影響の度合いに基づいて、前記駆動部が実行する前記行動を計画する

前記(3)に記載の情報処理装置。

(5)

前記所定のエリア内における前記駆動部以外の前記リスクの発生源に起因したリスクの程度に関する情報を含む環境地図を作成する作成部をさらに備

え、

前記計画部は、前記環境地図に基づいて前記駆動部が実行する前記行動を計画する

前記（１）に記載の情報処理装置。

（６）

所定のセンサで取得されたセンサ情報に基づいて、前記所定のエリア内における各地点で観測されたリスクの程度、及び、前記リスクの発生源の前記所定のエリア内での位置を決定する認識部をさらに備え、

前記作成部は、前記認識部で決定された前記所定のエリア内における各地点で観測された前記リスクの程度及び前記リスクの発生源の前記所定のエリア内での位置に基づいて前記環境地図を作成し、

前記計画部は、前記環境地図に含まれる前記所定のエリア内における各地点での前記駆動部以外の前記リスクの発生源に起因した前記リスクの程度に関する情報に基づいて、前記駆動部が実行する前記行動を計画する

前記（５）に記載の情報処理装置。

（７）

前記作成部は、前記所定のエリア内における各地点で観測された前記リスクの程度を、所定の伝達関数の逆関数に基づいて前記リスクの発生源の前記所定のエリア内での位置へ伝播させることで、前記リスクの発生源の前記所定のエリア内での位置での前記リスクの程度を特定し、特定された前記リスクの発生源の前記所定のエリア内での位置での前記リスクの程度を前記所定の伝達関数に基づいて前記所定のエリア内の各地点へ伝播させることで、前記所定のエリア内における各地点での前記駆動部以外の前記リスクの発生源に起因した前記リスクの程度に関する情報を生成する前記（６）に記載の情報処理装置。

（８）

前記所定のエリア内における前記リスクの空間中の伝わり易さを示す伝達関数に関する情報を含む伝達関数地図を作成する作成部をさらに備え、

前記計画部は、前記伝達関数地図に基づいて前記駆動部が実行する前記行動を計画する

前記（１）に記載の情報処理装置。

（９）

所定のセンサで取得されたセンサ情報に基づいて、前記所定のエリア内に存在する物体の位置及び減衰率を特定し、特定された前記物体の位置及び減衰率に基づいて、前記所定のエリア内における各地点での減衰率を決定する推定部をさらに備え、

前記作成部は、前記推定部で決定された前記所定のエリア内における各地点での前記減衰率に基づいて前記伝達関数地図を作成する

前記（８）に記載の情報処理装置。

（１０）

所定のセンサで取得されたセンサ情報に基づいて決定された前記所定のエリア内における各地点で観測されたリスクの程度及び前記リスクの発生源の前記所定のエリア内での位置に基づいて、前記所定のエリア内における前記リスクの程度が観測されていない地点でのリスクの程度を補間する推定部をさらに備え、

前記作成部は、前記所定のエリア内における各地点で観測された前記リスクの程度と、前記推定部で補間された前記所定のエリア内における前記リスクの程度が観測されていない前記地点での前記リスクの程度とに基づいて、前記伝達関数地図を作成する

前記（８）に記載の情報処理装置。

（１１）

前記推定部は、前記所定のエリア内における前記リスクの程度が観測されていない前記地点での前記リスクの程度を、前記リスクの発生源の前記所定のエリア内での位置と前記リスクの程度が観測された前記地点との位置関係に基づいて算出する前記（１０）に記載の情報処理装置。

（１２）

前記所定のエリア内における前記影響対象に関する情報を含む影響対象地図を作成する第1作成部と、

前記所定のエリア内における前記駆動部以外の前記リスクの発生源に起因したリスクの程度に関する情報を含む環境地図を作成する第2作成部と、

前記所定のエリア内における前記リスクの空間中の伝わり易さを示す伝達関数に関する情報を含む伝達関数地図を作成する第3作成部と、

をさらに備え、

前記計画部は、前記影響対象地図と前記環境地図と前記伝達関数地図とに基づいて前記駆動部が実行する前記行動を計画する

前記(1)に記載の情報処理装置。

(13)

前記影響対象地図と前記環境地図と前記伝達関数地図とに基づいて、前記駆動部に対して発生することを許容するリスクの程度に関する地図を作成する第4作成部をさらに備え、

前記計画部は、前記許容するリスクの程度に関する地図に基づいて前記駆動部が実行する前記行動を計画する

前記(12)に記載の情報処理装置。

(14)

前記リスクは、音、光、風及び匂いのうちの少なくとも1つである前記(1)～(13)の何れか1項に記載の情報処理装置。

(15)

前記リスクは、音であり、

前記影響対象は、音によって影響を受ける影響対象である

前記(1)～(13)の何れか1項に記載の情報処理装置。

(16)

前記駆動部は、自律して移動する機構を備えた自律移動体に搭載された駆動部である前記(1)～(15)の何れか1項に記載の情報処理装置。

(17)

前記リスクの発生を伴う行動を実行する前記駆動部をさらに備える前記（１）～（１５）の何れか１項に記載の情報処理装置。

（１８）

空間中を伝播するリスクの発生を伴う行動を実行する駆動部を備えた自律移動体と、

前記自律移動体と所定のネットワークを介して相互に通信可能に接続され、所定のエリア内に存在する前記リスクによって影響を受ける影響対象に基づいて前記駆動部が実行する行動を計画する計画部を備えたサーバと、  
を備える情報処理システム。

（１９）

所定のエリア内に存在する空間中を伝播するリスクによって影響を受ける影響対象に基づいて駆動部が実行する行動を計画する工程を含む行動計画方法。

（２０）

所定のエリア内に存在する空間中を伝播するリスクによって影響を受ける影響対象に基づいて駆動部が実行する行動を計画するステップをコンピュータに実行させるためのプログラム。

（２１）

前記駆動部は、家庭内ペットロボット、ロボット掃除機、無人航空機、追従運搬ロボット、自動運転機能を搭載した自動車、ロボットアーム、又は、スマートスピーカに搭載された駆動部である前記（１）～（１７）の何れか１項に記載の情報処理装置。

## 符号の説明

- [0117]    １    自律移動体  
          １０   コントロール部  
          １１   信号処理回路  
          １２   ＣＰＵ  
          １３   ＤＲＡＭ

- 1 4 フラッシュROM
- 1 5 PCカードインタフェース
- 1 6 無線通信部
- 1 7 内部バス
- 1 8 バッテリ
- 1 9 CCDカメラ
- 2 0 IMU
- 2 1 ToFセンサ
- 2 2 タッチセンサ
- 2 3 マイク
- 2 4 スピーカ
- 2 5 表示部
- 2 6 可動部
- 2 8 エンコーダ（ポテンショメータ）
- 3 0 メモリカード
- 1 0 0 自律システム
- 1 0 1 センサ
- 1 0 1 a 計測データ
- 1 0 2 認識部
- 1 0 2 a 外界情報
- 1 0 2 b 自機状態
- 1 0 3 地図作成部
- 1 0 3 a 外界地図
- 1 0 4 行動計画用地図作成部
- 1 0 4 a 行動計画用地図
- 1 0 4 b 影響対象位置許容音量地図
- 1 0 4 c 許容音量地図
- 1 0 5 行動計画部

- 1 0 5 a 行動計画情報（自機）
- 1 0 6 制御部
  - 1 0 6 a 制御指令
- 1 0 7 アクチュエータ
- 1 2 1 光／音響センサ
  - 1 2 1 a 光／音響データ
- 1 2 2 影響対象認識部
  - 1 2 2 a、1 2 2 a 0、1 2 2 a 1、1 2 2 a 2 影響対象情報
- 1 2 3 影響対象記憶部
  - 1 2 3 a、1 2 3 a 0、1 2 3 a 1、1 2 3 a 2 影響対象地図
- 1 2 4 環境光／音認識部
  - 1 2 4 a、1 2 4 a 0、1 2 4 a 1、1 2 4 a 2 環境光／音情報
  - 1 2 4 b、1 2 4 b 0、1 2 4 b 1、1 2 4 b 2 環境音データ
- 1 2 5 環境光／音記憶部
  - 1 2 5 a 環境光／音地図
- 1 2 6 伝達関数推定部
  - 1 2 6 a 伝達関数情報
  - 1 2 6 b 第1 伝達関数情報
  - 1 2 6 c 第2 伝達関数情報
- 1 2 7 伝達関数記憶部
  - 1 2 7 a 伝達関数地図

## 請求の範囲

- [請求項1] 所定のエリア内に存在する空間中を伝播するリスクによって影響を受ける影響対象に基づいて駆動部が実行する行動を計画する計画部を備える情報処理装置。
- [請求項2] 前記所定のエリア内における前記影響対象に関する情報を含む影響対象地図を作成する作成部をさらに備え、  
前記計画部は、前記影響対象地図に基づいて前記駆動部が実行する前記行動を計画する  
請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項3] 所定のセンサで取得されたセンサ情報に基づいて、前記影響対象の前記所定のエリア内での位置を決定する認識部をさらに備え、  
前記作成部は、前記認識部で決定された前記影響対象の前記所定のエリア内での位置に基づいて、前記影響対象が存在する可能性のある領域に関する情報を含む前記影響対象地図を作成し、  
前記計画部は、前記影響対象地図に含まれる前記影響対象が存在する可能性のある領域に関する情報に基づいて、前記駆動部が実行する前記行動を計画する  
請求項2に記載の情報処理装置。
- [請求項4] 前記認識部は、前記センサ情報に基づいて、前記影響対象が前記リスクから受ける影響の度合いさらに決定し、  
前記作成部は、前記認識部で決定された前記影響の度合いを含む前記影響対象地図を作成し、  
前記計画部は、前記影響対象が存在する可能性のある領域に関する情報に加え、前記影響対象地図に含まれる前記影響の度合いに基づいて、前記駆動部が実行する前記行動を計画する  
請求項3に記載の情報処理装置。
- [請求項5] 前記所定のエリア内における前記駆動部以外の前記リスクの発生源に起因したリスクの程度に関する情報を含む環境地図を作成する作成

部をさらに備え、

前記計画部は、前記環境地図に基づいて前記駆動部が実行する前記行動を計画する

請求項 1 に記載の情報処理装置。

[請求項6]

所定のセンサで取得されたセンサ情報に基づいて、前記所定のエリア内における各地点で観測されたリスクの程度、及び、前記リスクの発生源の前記所定のエリア内での位置を決定する認識部をさらに備え、

前記作成部は、前記認識部で決定された前記所定のエリア内における各地点で観測された前記リスクの程度及び前記リスクの発生源の前記所定のエリア内での位置に基づいて前記環境地図を作成し、

前記計画部は、前記環境地図に含まれる前記所定のエリア内における各地点での前記駆動部以外の前記リスクの発生源に起因した前記リスクの程度に関する情報に基づいて、前記駆動部が実行する前記行動を計画する

請求項 5 に記載の情報処理装置。

[請求項7]

前記作成部は、前記所定のエリア内における各地点で観測された前記リスクの程度を、所定の伝達関数の逆関数に基づいて前記リスクの発生源の前記所定のエリア内での位置へ伝播させることで、前記リスクの発生源の前記所定のエリア内での位置での前記リスクの程度を特定し、特定された前記リスクの発生源の前記所定のエリア内での位置での前記リスクの程度を前記所定の伝達関数に基づいて前記所定のエリア内の各地点へ伝播させることで、前記所定のエリア内における各地点での前記駆動部以外の前記リスクの発生源に起因した前記リスクの程度に関する情報を生成する請求項 6 に記載の情報処理装置。

[請求項8]

前記所定のエリア内における前記リスクの空間中の伝わり易さを示す伝達関数に関する情報を含む伝達関数地図を作成する作成部をさらに備え、

前記計画部は、前記伝達関数地図に基づいて前記駆動部が実行する前記行動を計画する

請求項 1 に記載の情報処理装置。

[請求項9] 所定のセンサで取得されたセンサ情報に基づいて、前記所定のエリア内に存在する物体の位置及び減衰率を特定し、特定された前記物体の位置及び減衰率に基づいて、前記所定のエリア内における各地点での減衰率を決定する推定部をさらに備え、

前記作成部は、前記推定部で決定された前記所定のエリア内における各地点での前記減衰率に基づいて前記伝達関数地図を作成する

請求項 8 に記載の情報処理装置。

[請求項10] 所定のセンサで取得されたセンサ情報に基づいて決定された前記所定のエリア内における各地点で観測されたリスクの程度及び前記リスクの発生源の前記所定のエリア内での位置に基づいて、前記所定のエリア内における前記リスクの程度が観測されていない地点でのリスクの程度を補間する推定部をさらに備え、

前記作成部は、前記所定のエリア内における各地点で観測された前記リスクの程度と、前記推定部で補間された前記所定のエリア内における前記リスクの程度が観測されていない前記地点での前記リスクの程度とに基づいて、前記伝達関数地図を作成する

請求項 8 に記載の情報処理装置。

[請求項11] 前記推定部は、前記所定のエリア内における前記リスクの程度が観測されていない前記地点での前記リスクの程度を、前記リスクの発生源の前記所定のエリア内での位置と前記リスクの程度が観測された前記地点との位置関係に基づいて算出する請求項 10 に記載の情報処理装置。

[請求項12] 前記所定のエリア内における前記影響対象に関する情報を含む影響対象地図を作成する第 1 作成部と、

前記所定のエリア内における前記駆動部以外の前記リスクの発生源

に起因したリスクの程度に関する情報を含む環境地図を作成する第2作成部と、

前記所定のエリア内における前記リスクの空間中の伝わり易さを示す伝達関数に関する情報を含む伝達関数地図を作成する第3作成部と、

をさらに備え、

前記計画部は、前記影響対象地図と前記環境地図と前記伝達関数地図とに基づいて前記駆動部が実行する前記行動を計画する

請求項1に記載の情報処理装置。

[請求項13] 前記影響対象地図と前記環境地図と前記伝達関数地図とに基づいて、前記駆動部に対して発生することを許容するリスクの程度に関する地図を作成する第4作成部をさらに備え、

前記計画部は、前記許容するリスクの程度に関する地図に基づいて前記駆動部が実行する前記行動を計画する

請求項12に記載の情報処理装置。

[請求項14] 前記リスクは、音、光、風及び匂いのうちの少なくとも1つである請求項1に記載の情報処理装置。

[請求項15] 前記リスクは、音であり、  
前記影響対象は、音によって影響を受ける影響対象である  
請求項1に記載の情報処理装置。

[請求項16] 前記駆動部は、自律して移動する機構を備えた自律移動体に搭載された駆動部である請求項1に記載の情報処理装置。

[請求項17] 前記リスクの発生を伴う行動を実行する前記駆動部をさらに備える請求項1に記載の情報処理装置。

[請求項18] 空間中を伝播するリスクの発生を伴う行動を実行する駆動部を備えた自律移動体と、

前記自律移動体と所定のネットワークを介して相互に通信可能に接続され、所定のエリア内に存在する前記リスクによって影響を受ける

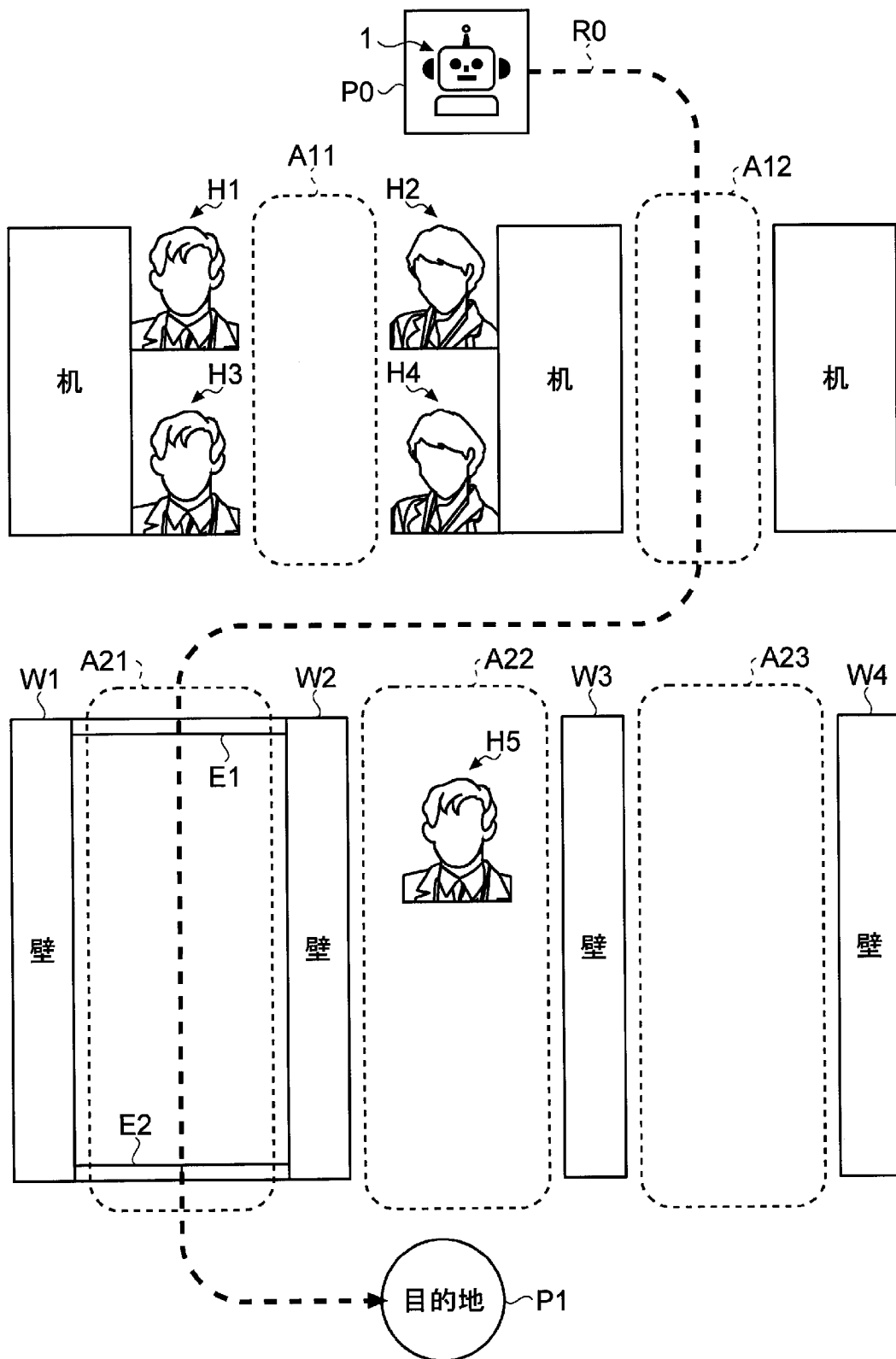
影響対象に基づいて前記駆動部が実行する行動を計画する計画部を備えたサーバと、

を備える情報処理システム。

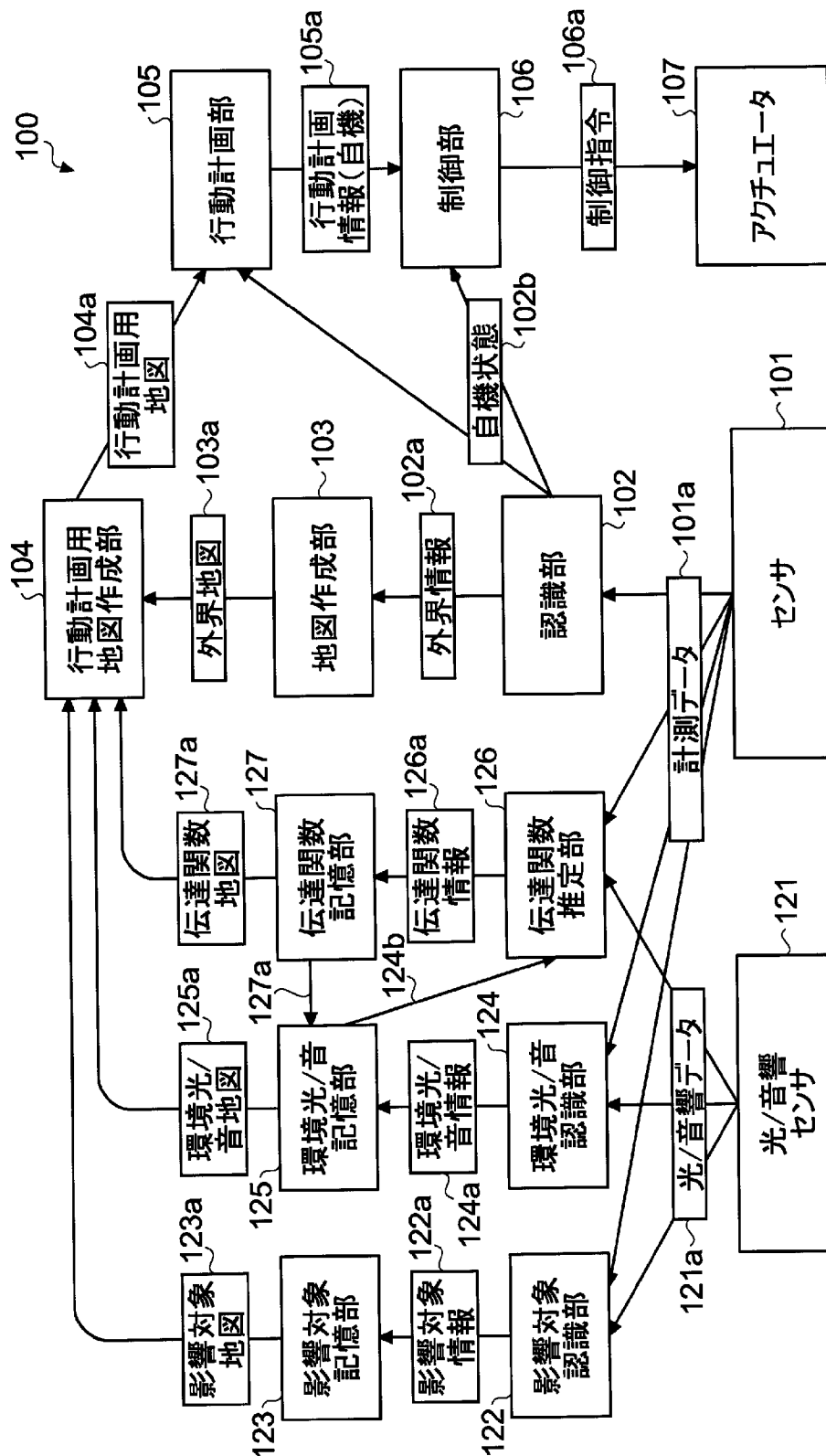
[請求項19] 所定のエリア内に存在する空間中を伝播するリスクによって影響を受ける影響対象に基づいて駆動部が実行する行動を計画する工程を含む行動計画方法。

[請求項20] 所定のエリア内に存在する空間中を伝播するリスクによって影響を受ける影響対象に基づいて駆動部が実行する行動を計画するステップをコンピュータに実行させるためのプログラム。

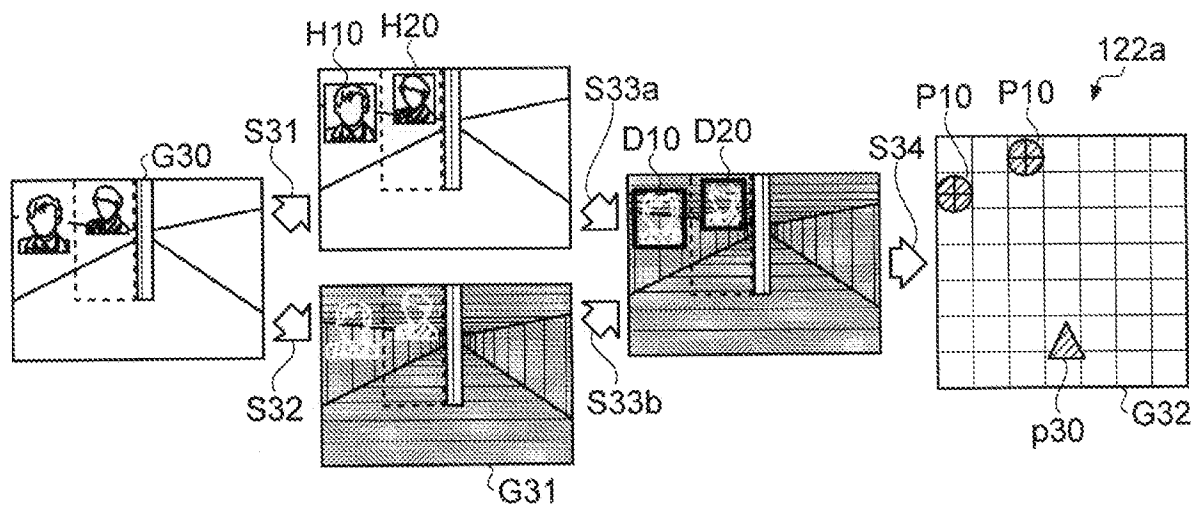
[図1]



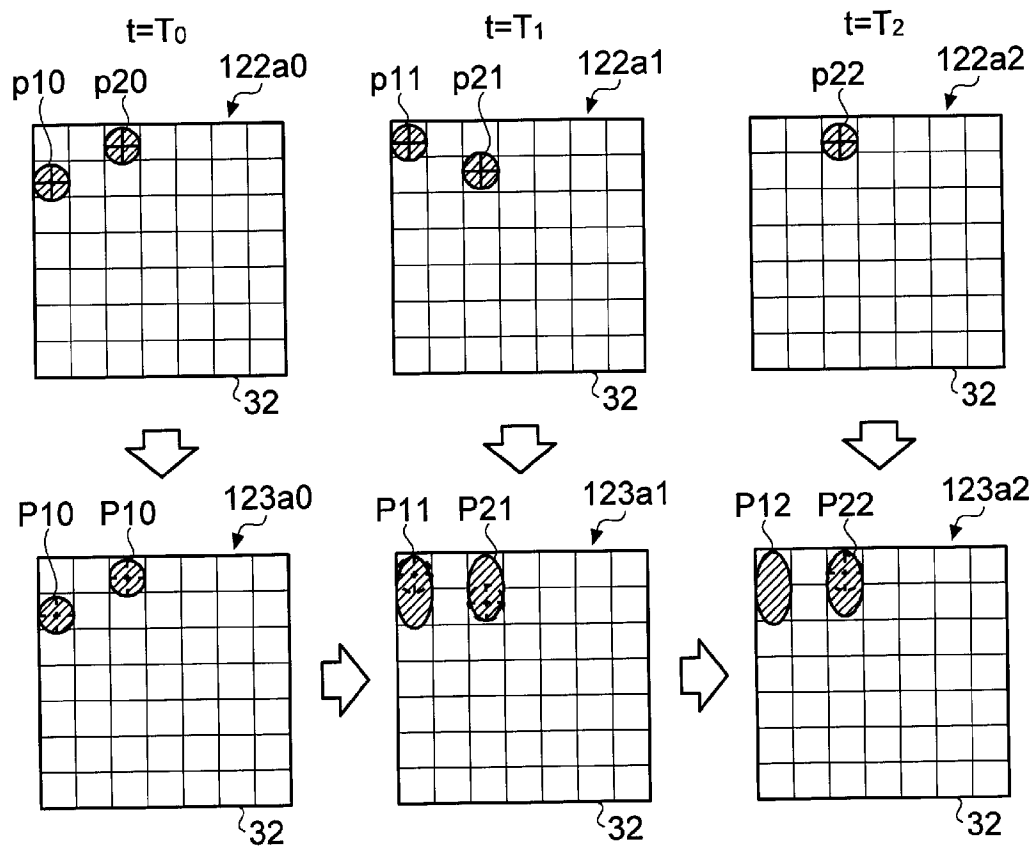
[図2]



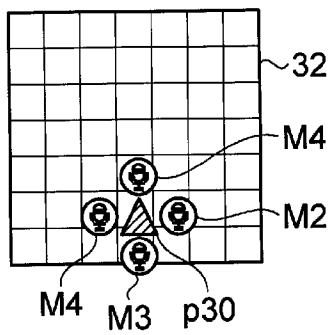
[図3]



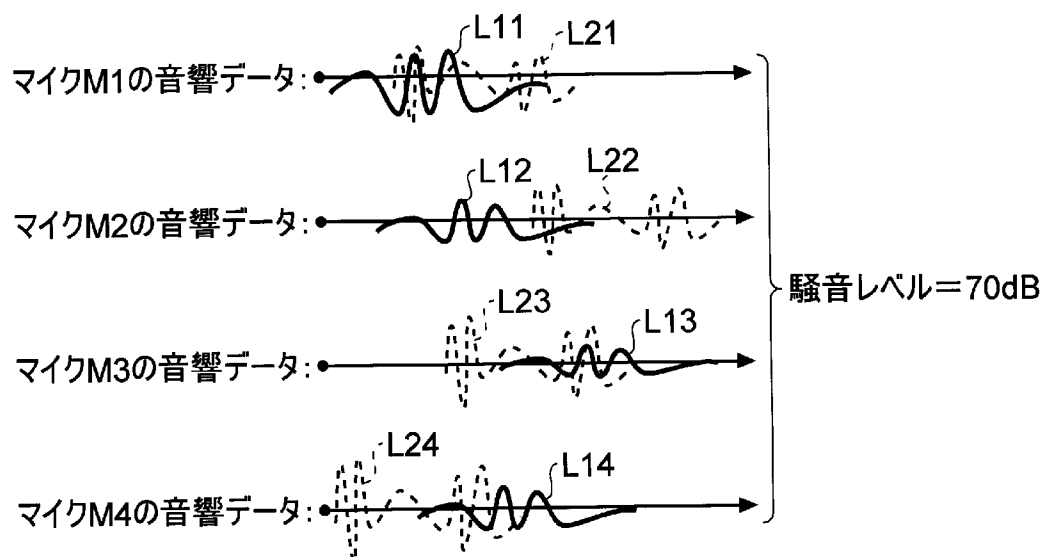
[図4]



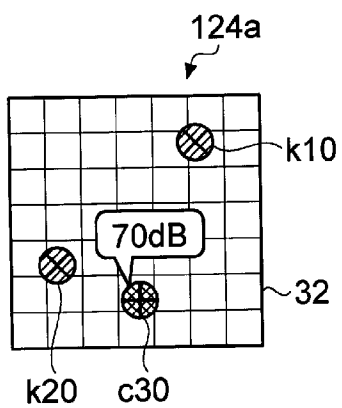
[図5]



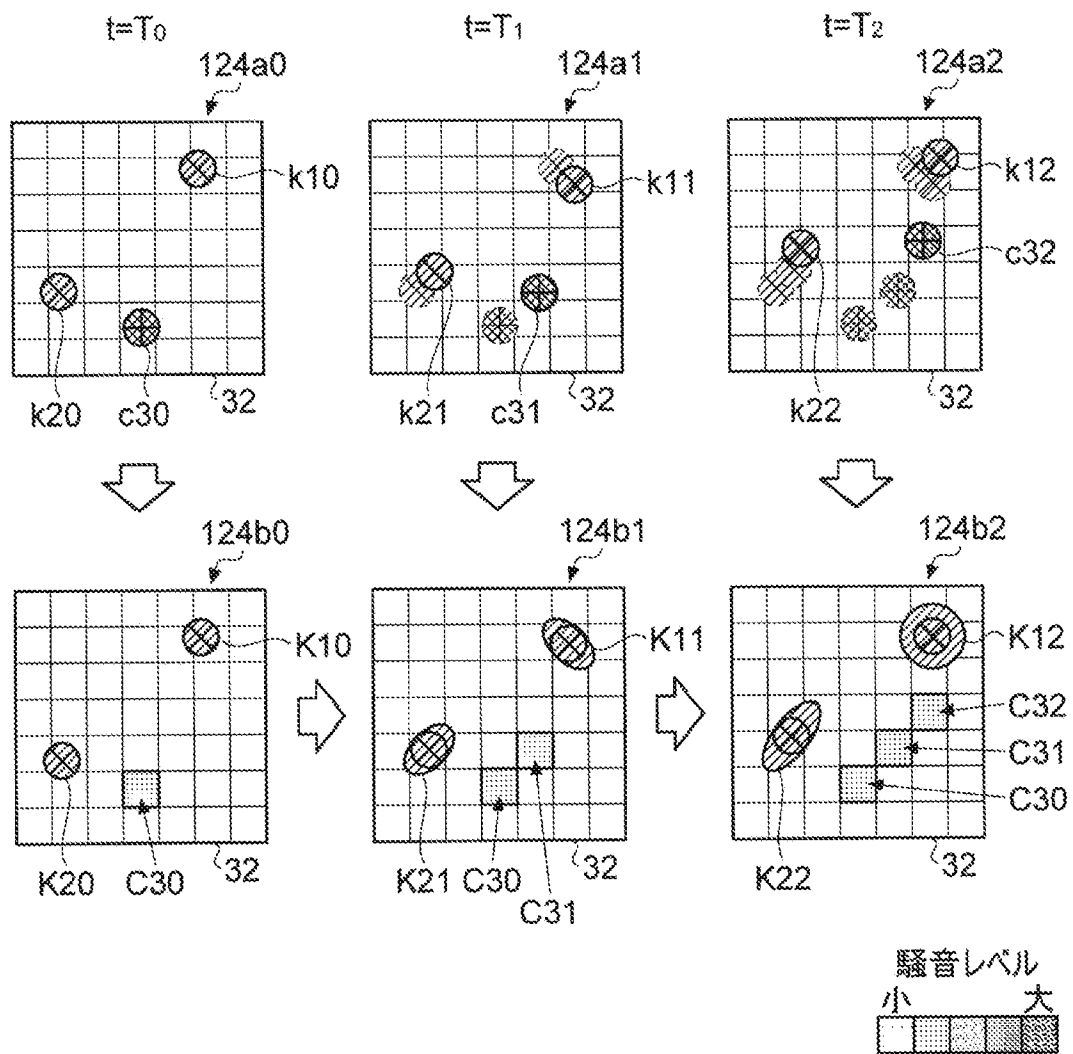
[図6]



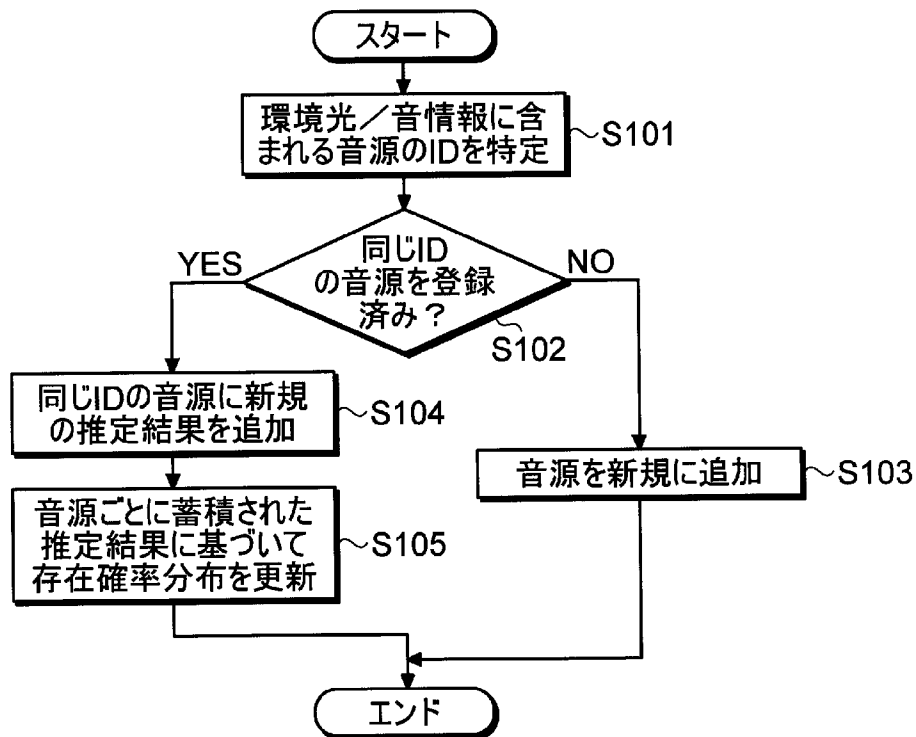
[図7]



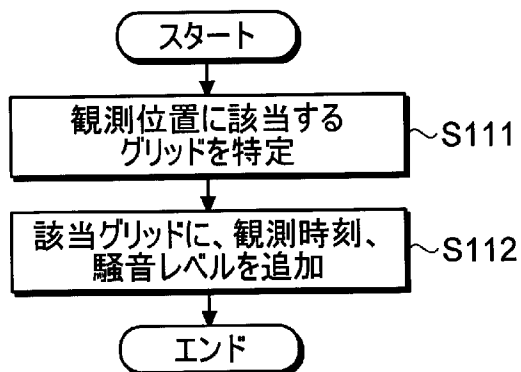
[図8]



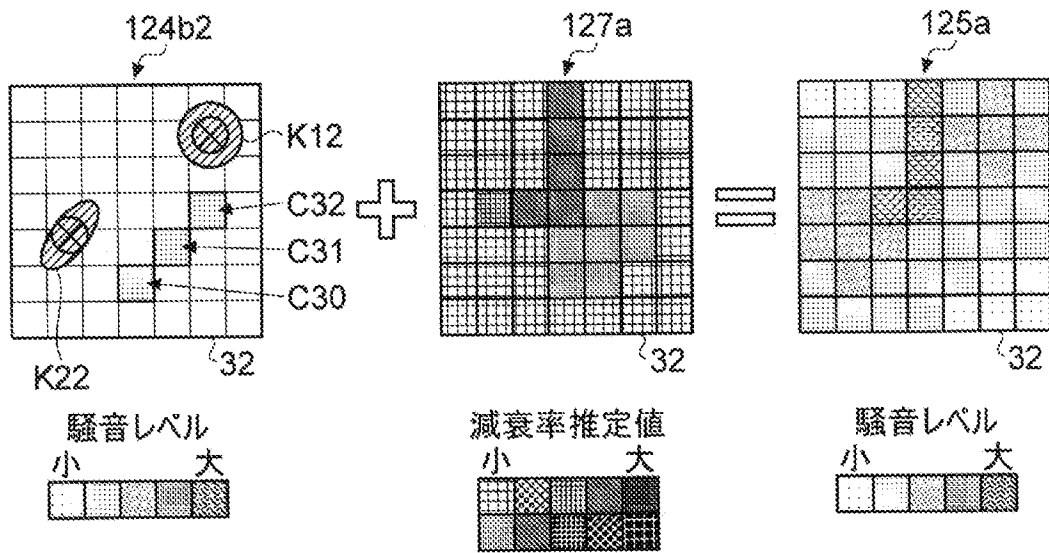
[図9]



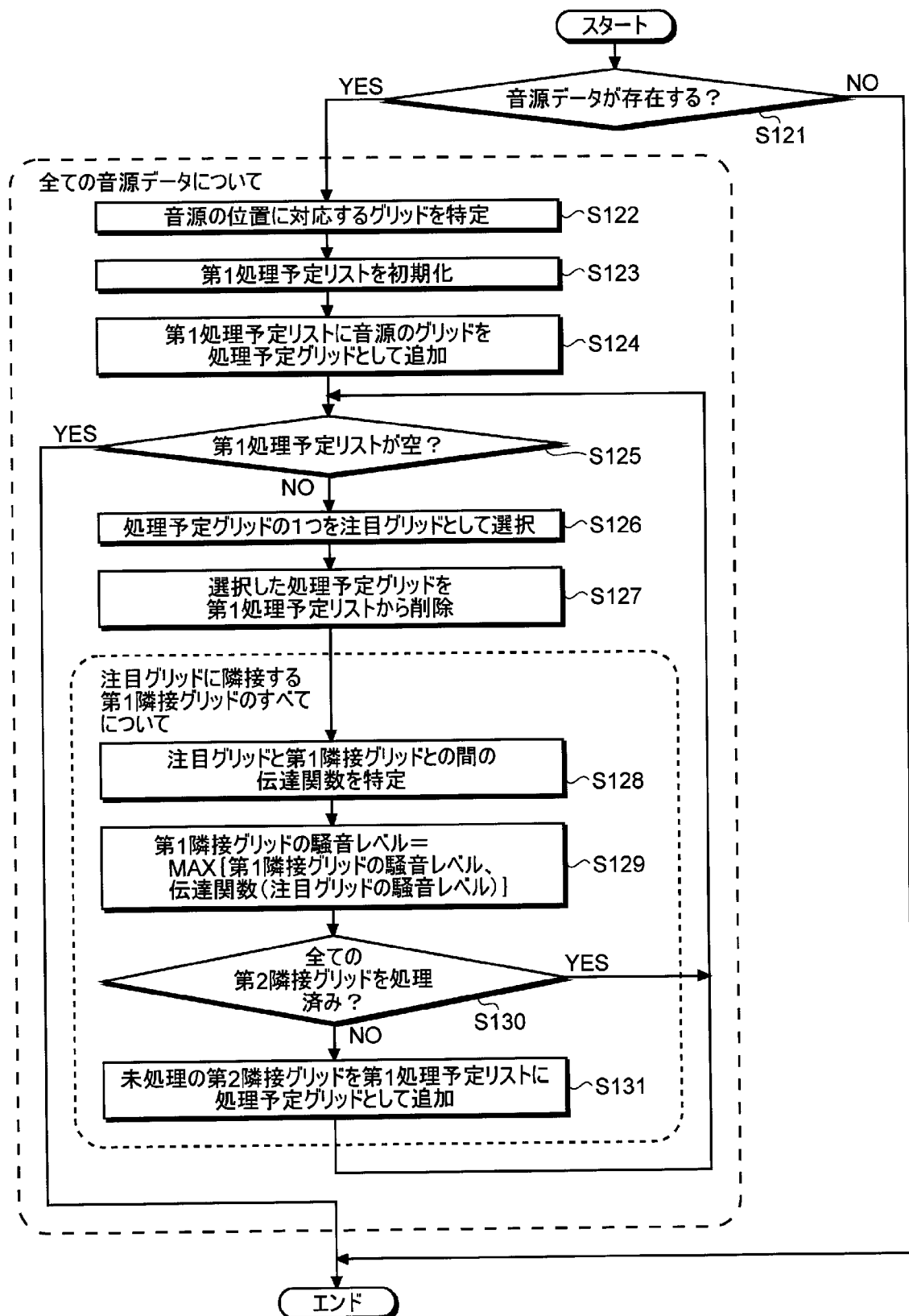
[図10]



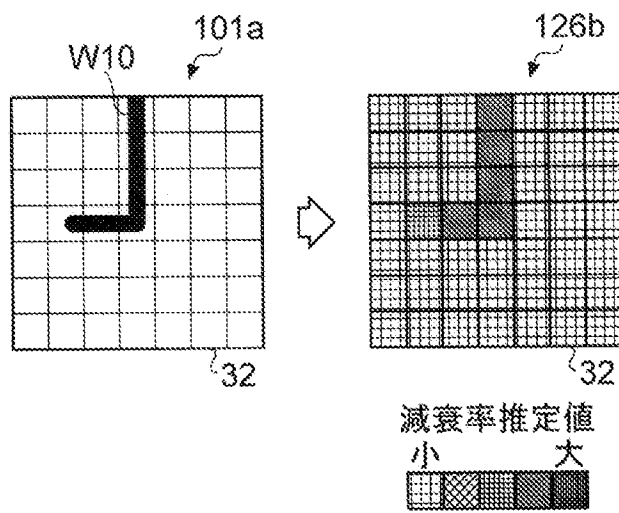
[図11]



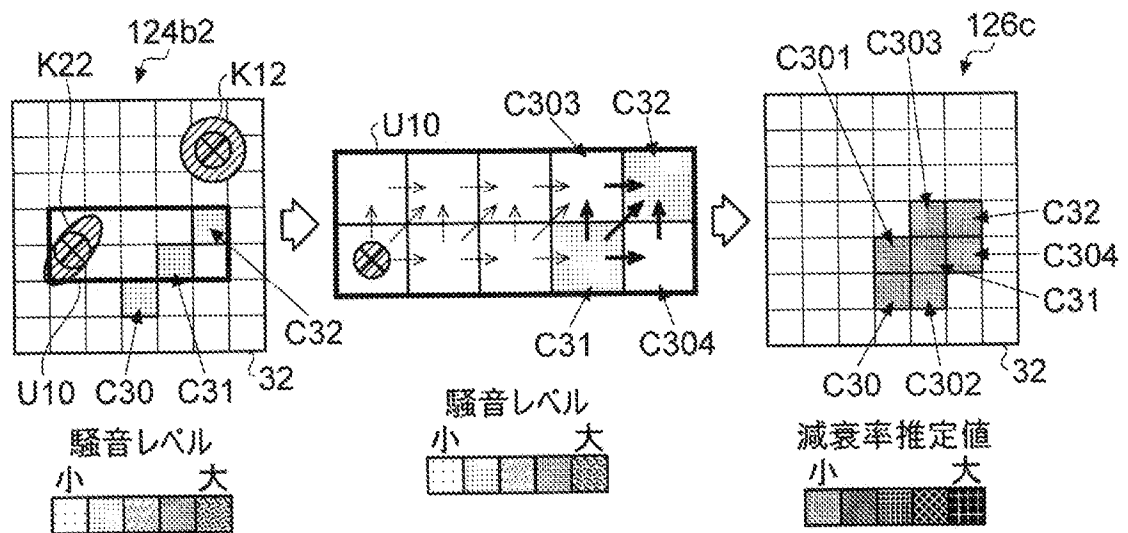
[図12]



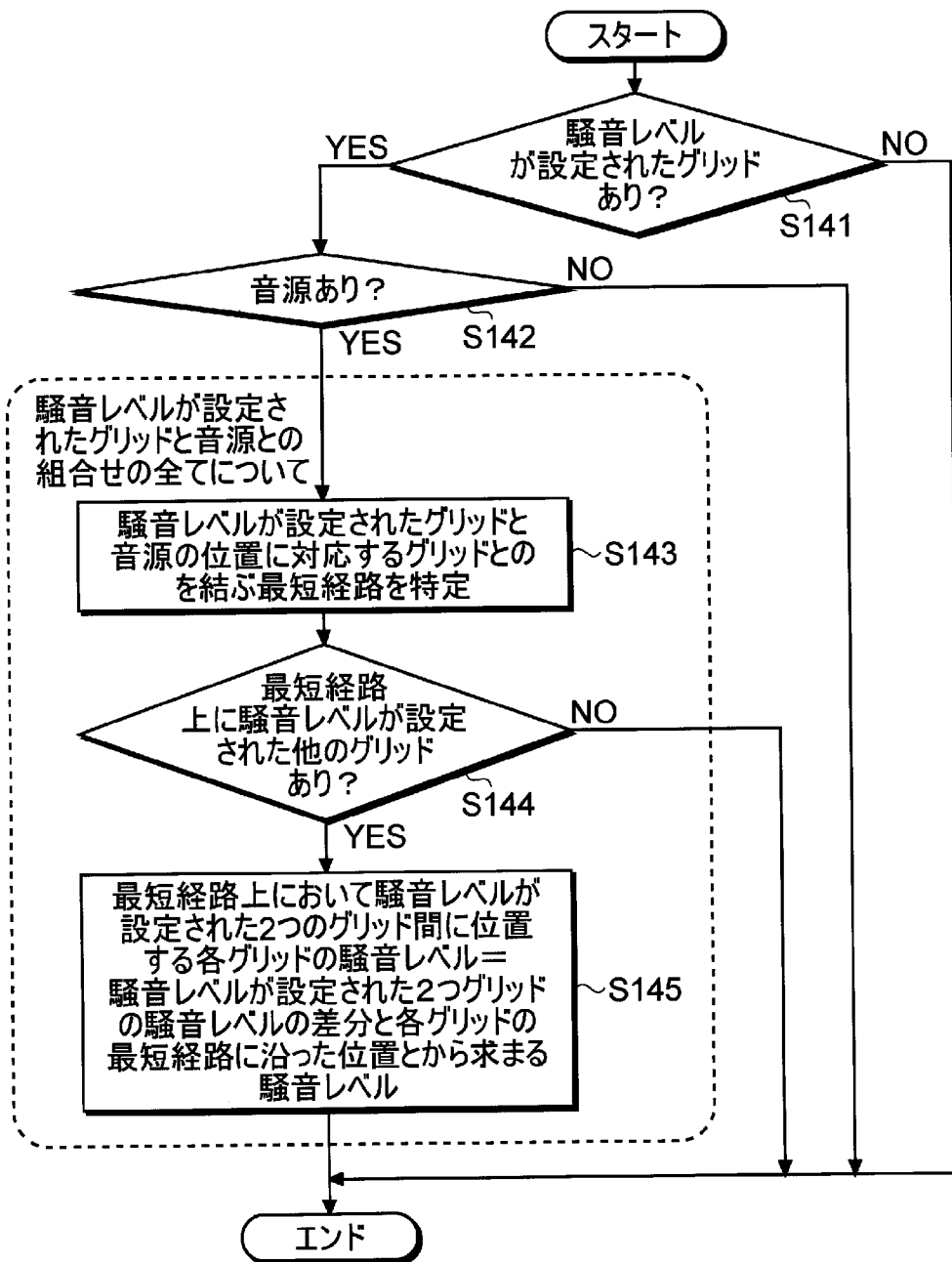
[図13]



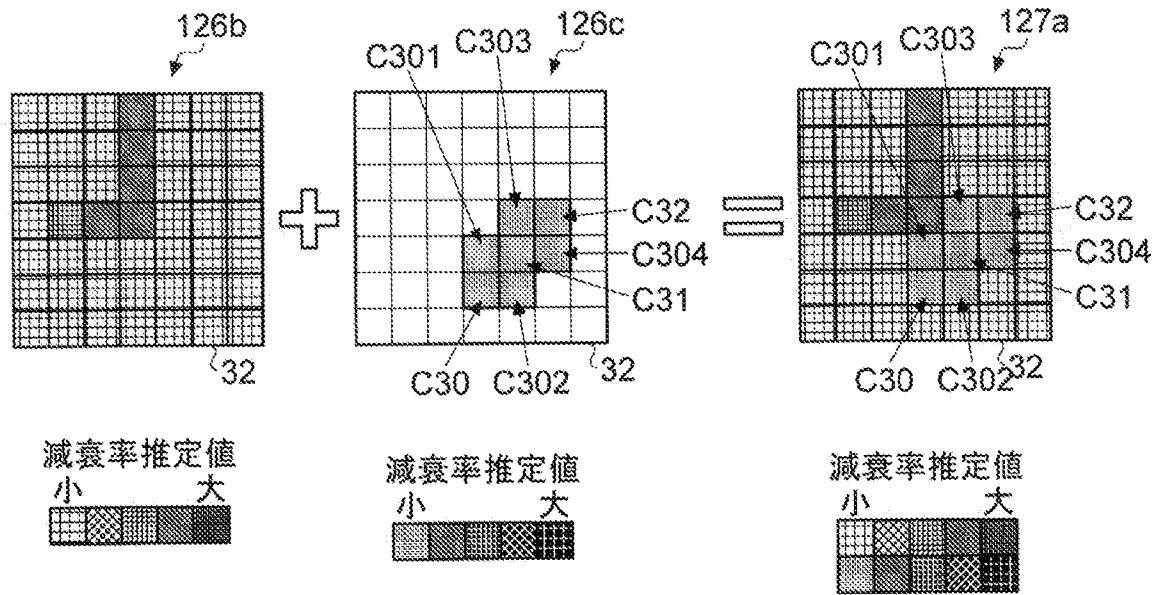
[図14]



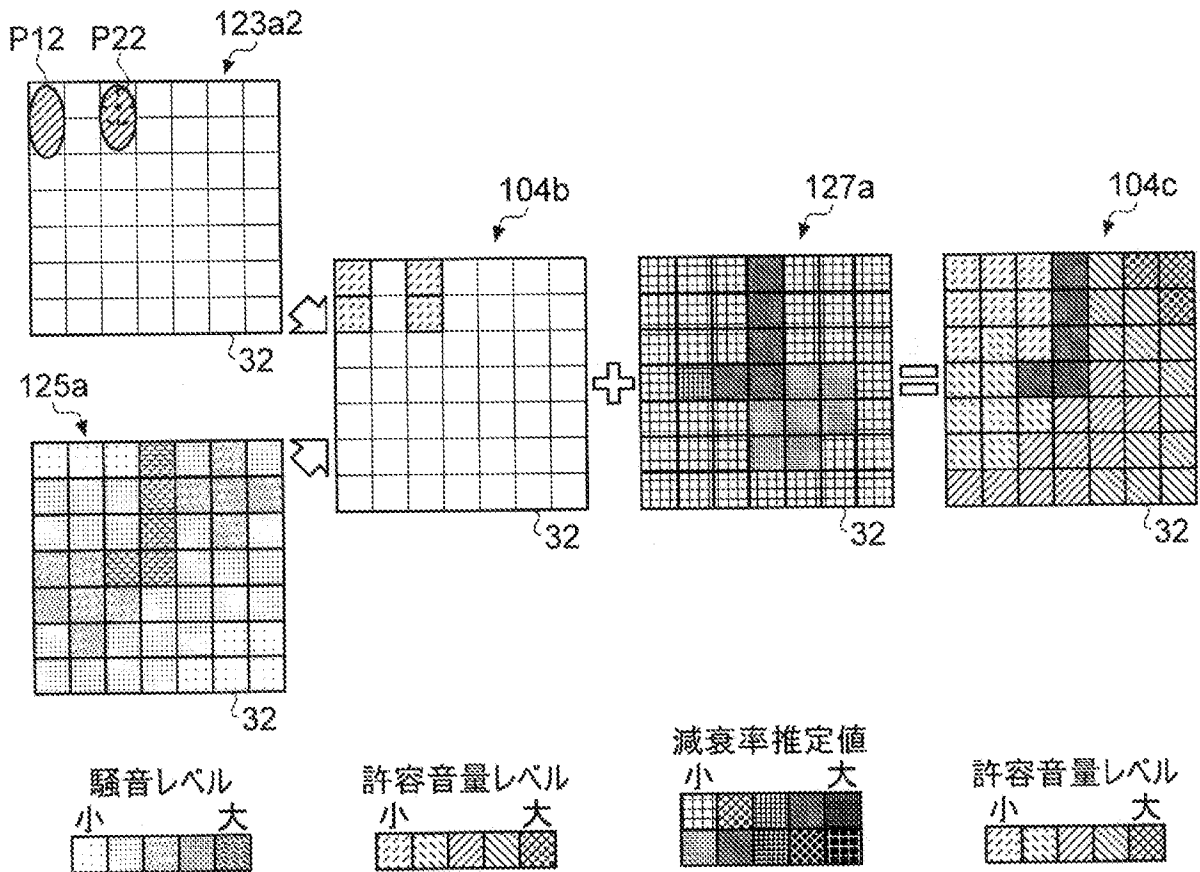
[図15]



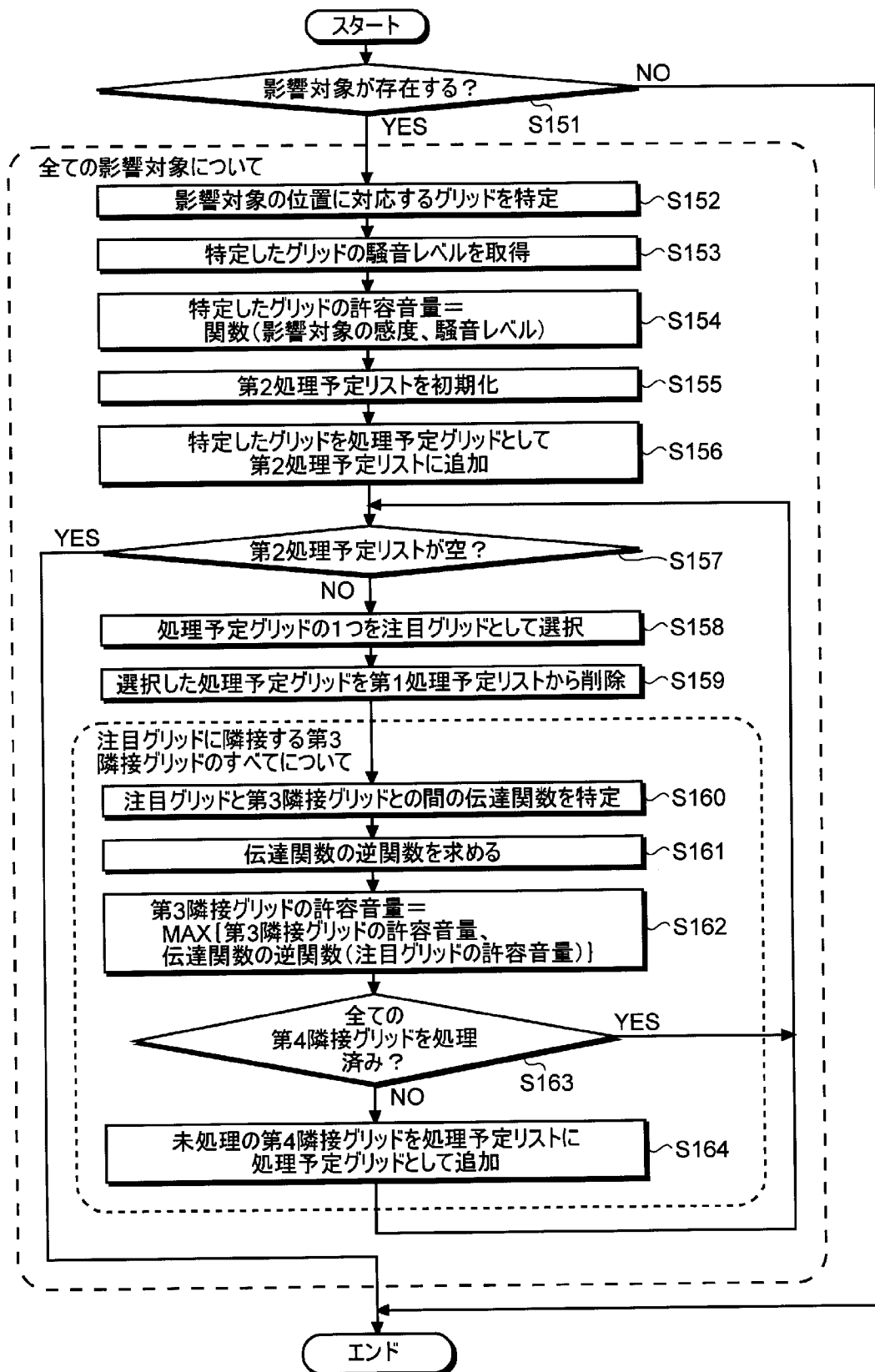
[図16]



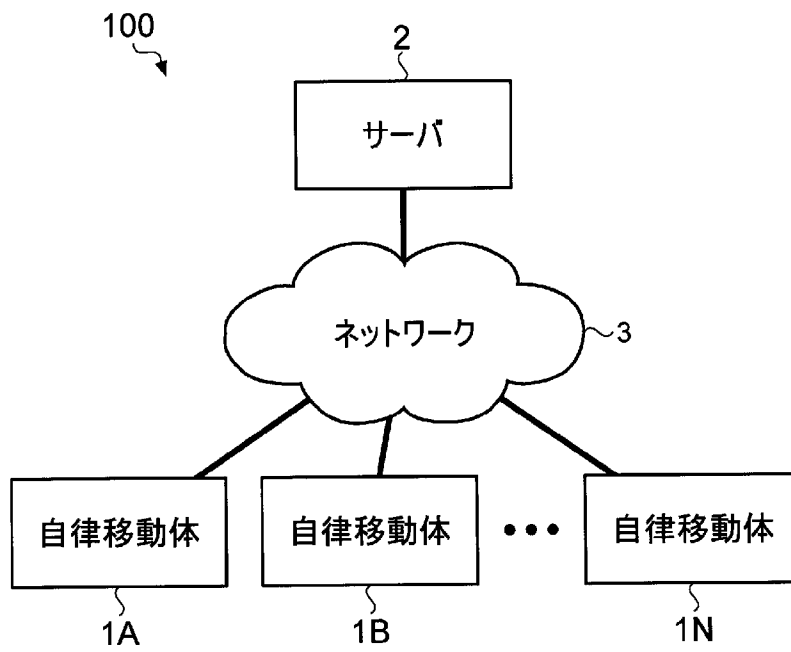
[図17]



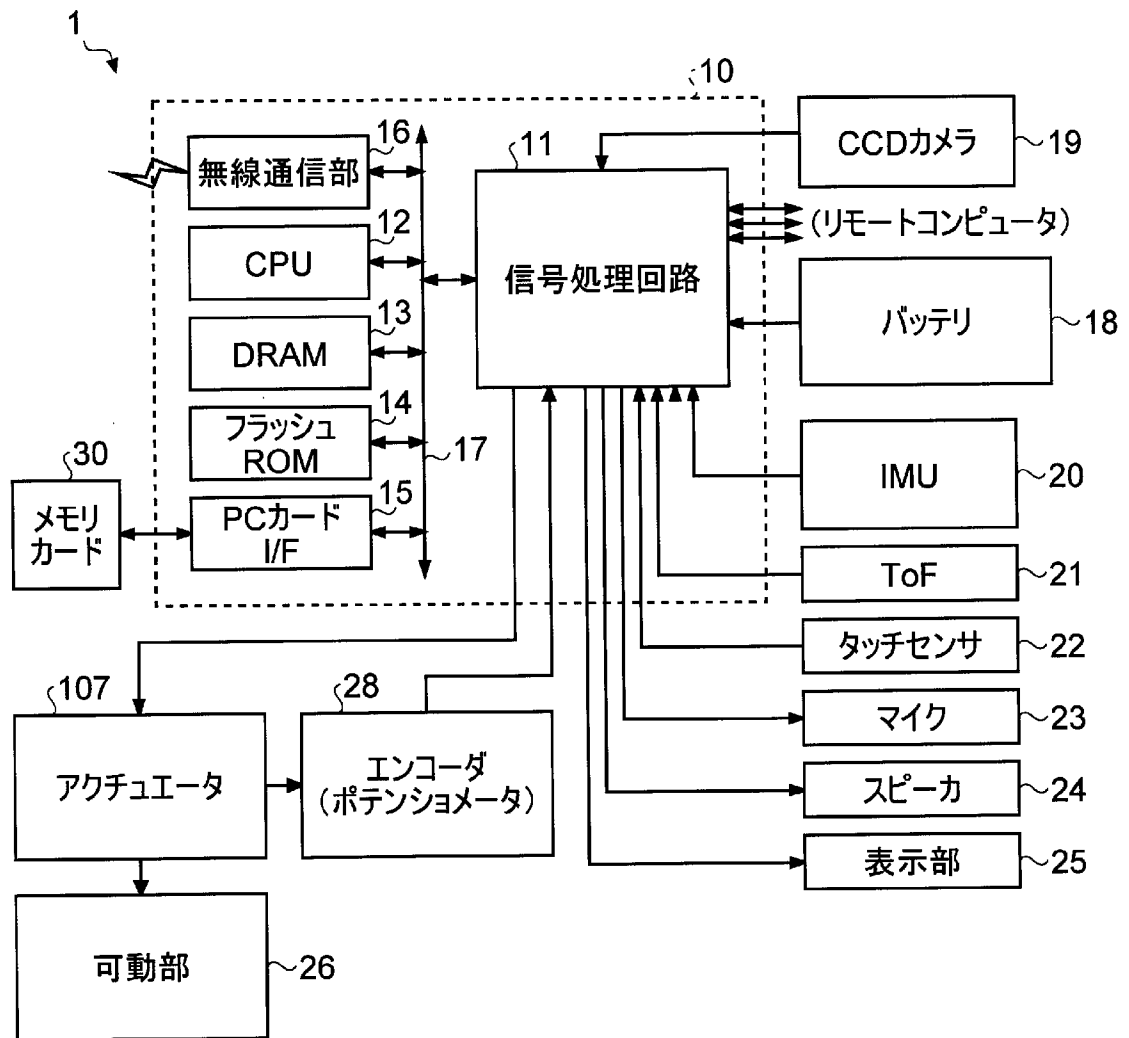
[図18]



[図19]



[図20]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/020975

| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br>Int.Cl. G05D1/00 (2006.01) i<br>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                            |                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b><br>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>Int.Cl. G05D1/00<br>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched<br>Published examined utility model applications of Japan 1922-1996<br>Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019<br>Registered utility model specifications of Japan 1996-2019<br>Published registered utility model applications of Japan 1994-2019                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                            |                                                                                 |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                            |                                                                                 |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                            |                                                                                 |
| Category*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                         | Relevant to claim No.                                                           |
| X<br>Y<br>A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | JP 2013-230294 A (SHARP CORP.) 14 November 2013, paragraphs [0009], [0014]-[0080], fig. 1-19 (Family: none)                | 1-2, 14-20<br>3<br>4-13                                                         |
| X<br>A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | JP 2013-169221 A (SHARP CORP.) 02 September 2013, paragraphs [0007], [0021]-[0067] (Family: none)                          | 1, 14-17, 19-20<br>2-13, 18                                                     |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | US 2016/0278593 A1 (LG ELECTRONICS INC.) 29 September 2016, paragraphs [0060], [0077]-[0106], fig. 6-7 & WO 2015/072623 A1 | 3                                                                               |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 2017-169613 A (TOSHIBA CORP.) 28 September 2017, entire text, all drawings (Family: none)                               | 1-20                                                                            |
| P, X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | JP 2018-185727 A (AMANO CORPORATION) 22 November 2018, paragraphs [0031]-[0086], fig. 1-2, 6, 8 (Family: none)             | 1-2, 14-17, 19-20                                                               |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                            |                                                                                 |
| * Special categories of cited documents:<br>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed<br>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention<br>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone<br>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art<br>"&" document member of the same patent family |                                                                                                                            |                                                                                 |
| Date of the actual completion of the international search<br>10 July 2019 (10.07.2019)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                            | Date of mailing of the international search report<br>23 July 2019 (23.07.2019) |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japan Patent Office<br>3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,<br>Tokyo 100-8915, Japan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                            | Authorized officer<br><br>Telephone No.                                         |

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G05D1/00 (2006.01) i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G05D1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |            |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2019年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2019年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2019年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                       | 関連する<br>請求項の番号              |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| X<br>Y<br>A     | JP 2013-230294 A (シャープ株式会社)<br>2013.11.14, 段落[0009], [0014]-[0080], 図 1-19<br>(ファミリーなし) | 1-2, 14-20<br>3<br>4-13     |
| X<br>A          | JP 2013-169221 A (シャープ株式会社)<br>2013.09.02, 段落[0007], [0021]-[0067]<br>(ファミリーなし)         | 1, 14-17, 19-20<br>2-13, 18 |
| Y               | US 2016/0278593 A1 (LG ELECTRONICS INC.)                                                | 3                           |

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10.07.2019

国際調査報告の発送日

23.07.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

大古 健一

3 U

1180

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                       |                       |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                     | 関連する<br>請求項の番号        |
| A<br><br>P, X         | 2016. 09. 29, 段落[0060], [0077]-[0106], 図 6-7<br>& WO 2015/072623 A1                   | 1-20                  |
|                       | JP 2017-169613 A (株式会社東芝)<br>2017. 09. 28, 全文, 全図<br>(ファミリーなし)                        |                       |
|                       | JP 2018-185727 A (アマノ株式会社)<br>2018. 11. 22, 段落[0031]-[0086], 図 1-2, 6, 8<br>(ファミリーなし) | 1-2, 14-17, 19<br>-20 |