



Masahiro); 〒1088001 東京都港区芝五丁目 7 番  
1 号日本電気株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人ブライトス(BRIGHTAS  
IP ATTORNEYS); 〒1040061 東京都中央区銀  
座 1 丁目 1 9 番 1 2 号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保  
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,  
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,  
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,  
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))

using the environment information and performance information indicative of performance of a sensor in the threatening object. The path calculation unit 6 calculates a search path to the object on the basis of the search effective range of the search sensor unit 2, the search effective range of the sensor in the object, and a distribution of existence probabilities of the threatening object.

(57) 要約: 目標物を検索する、検索センサ部と 2、周囲環境を計測し、計測結果に基づいて環境情報を生成する、環境センサ部 3 と、環境情報と検索センサ部の性能を示す性能情報とを用いて、検索センサ部 2 の検索有効範囲を推定する、検索有効範囲推定部 4 と、環境情報と、脅威となる対象物の保有するセンサの性能を示す性能情報とを用いて、対象物の保有するセンサの検索有効範囲を推定する、脅威有効範囲推定部 5 と、検索センサ部 2 の検索有効範囲と、対象物の保有するセンサの検索有効範囲と、脅威となる対象物の存在確率の分布とに基づいて、目標物までの検索経路を算出する、経路算出部 6 と、を有する検索支援装置である。

## 明 細 書

発明の名称：

搜索支援装置、搜索支援方法、及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体  
技術分野

[0001] 本発明は、搜索経路を算出する、搜索支援装置、搜索支援方法に関し、更には、これらを実現するためのプログラムを記録したしているコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関する。

### 背景技術

[0002] ビークルにセンサを搭載し、目標物の搜索を行うシステムが利用されている。海上や海中、空中で利用されるこれらのシステムにおいて、ビークルの有人、無人を問わず、移動経路の決定は、オペレータがウェイポイントを手動で入力する方式が採用されている。

[0003] また、地上で利用されるビークルについては、自動車のカーナビゲーションに代表される経路探索により、ルートを決める方式が採用されている。

[0004] 関連する技術として、特許文献1には、戦闘用の航空機における最適な飛行経路を探索する飛行経路探索装置について開示されている。その飛行経路探索装置によれば、地図データを水平面内で複数の格子に分割し、地図データ及び敵勢力範囲情報に基づいて、複数の格子それぞれの攻撃回避度合いに関する点数を算出し、算出された複数の格子の各点数に基づいて、任務開始位置から攻撃位置までの飛行経路を探索する。

[0005] また、特許文献2には、目標位置まで、味方の誤射を避けるように飛行計画を立案する飛行計画立案装置が開示されている。その飛行計画立案装置によれば、飛行経路情報と、気象情報と、脅威情報とに基づいて、飛行計画を立案する。

[0006] また、特許文献3には、船舶について燃料の消費を最小化するための航路を算出する運行支援システムが開示されている。

### 先行技術文献

## 特許文献

- [0007] 特許文献1：特開2015-001377号公報  
特許文献2：特開平04-298000号公報  
特許文献3：特開2009-286230号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0008] ところで、ビークルに周囲環境の影響を受けやすいセンサを搭載し、目標物の検索を行うシステムにおいて、目標物の検索を行いつつ、目標物の位置まで移動する場合、周囲環境を把握し、周囲環境に応じて検索経路を算出する必要がある。
- [0009] しかしながら、上述した特許文献1、2に開示の装置においては、飛行経路を算出する装置ではあるが、上述したようなセンサを利用して、周囲環境に応じて目標物の位置まで、検索経路を算出することについて開示されていない。また、特許文献3においても、航路を算出しているが、上述したようなセンサを利用して、周囲環境に応じて目標物の位置まで、検索経路を算出することについて開示されていない。更に、特許文献1から3には、脅威となる対象から、自身の被探知を抑制しながら、目標物の位置まで移動することについて開示されていない。
- [0010] 従って、上述した特許文献1から3に開示された技術を用いても、周囲環境と脅威となる対象物とに応じて目標位置までの検索経路を算出することは困難である。
- [0011] 本発明の目的の一例は、周囲環境と脅威となる対象物とに応じて目標位置までの検索経路を算出する検索支援装置、検索支援方法、及び検索支援プログラムを提供することにある。

### 課題を解決するための手段

- [0012] 上記目的を達成するため、本発明の一側面における検索支援装置は、目標物を検索する、検索センサ手段と、

周囲環境を計測し、計測結果に基づいて環境情報を生成する、環境センサ手段と、

前記環境情報と前記検索センサ手段の性能を示す性能情報とを用いて、前記検索センサ手段の搜索有効範囲を推定する、搜索有効範囲推定手段と、

前記環境情報と、脅威となる対象物の保有するセンサの性能を示す性能情報とを用いて、前記対象物の保有するセンサの搜索有効範囲を推定する、脅威有効範囲推定手段と、

前記検索センサ手段の搜索有効範囲と、前記対象物の保有するセンサの搜索有効範囲と、前記脅威となる対象物の存在確率の分布とに基づいて、前記目標物までの搜索経路を算出する、経路算出手段と、

を有することを特徴とする。

[0013] また、上記目的を達成するため、本発明の一側面における搜索支援方法は、

(a) 環境センサ部により、周囲環境を計測し計測結果に基づいて生成された環境情報と、目標物を搜索する搜索センサ部の性能を示す性能情報とを用いて、前記検索センサ部の搜索有効範囲を推定し、

(b) 前記環境情報と、脅威となる対象物の保有するセンサの性能を示す性能情報とを用いて、前記対象物の保有するセンサの搜索有効範囲を推定し、

(c) 前記検索センサ部の搜索有効範囲と、前記対象物の保有するセンサの搜索有効範囲と、前記脅威となる対象物の存在確率の分布とに基づいて、前記目標物までの搜索経路を算出する、

ことを特徴とする。

[0014] 更に、上記目的を達成するため、本発明の一側面におけるプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、

コンピュータに、

(a) 環境センサ部により、周囲環境を計測し計測結果に基づいて生成された環境情報と、目標物を搜索する搜索センサ部の性能を示す性能情報とを用いて、前記検索センサ部の搜索有効範囲を推定する、ステップと、

(b) 前記環境情報と、脅威となる対象物の保有するセンサの性能を示す性能情報とを用いて、前記対象物の保有するセンサの搜索有効範囲を推定する、ステップと、

(c) 前記搜索センサ部の搜索有効範囲と、前記対象物の保有するセンサの搜索有効範囲と、前記脅威となる対象物の存在確率の分布とに基づいて、前記目標物までの搜索経路を算出する、ステップと、

を実行させる命令を含むプログラムを記録していることを特徴とする。

### 発明の効果

[0015] 以上のように本発明によれば、周囲環境と脅威となる対象物とに応じて目標位置までの搜索経路を算出することができる。

### 図面の簡単な説明

[0016] [図1]図1は、搜索支援装置の一例を示す図である。

[図2]図2は、搜索支援装置を有する搜索支援システムの一部を示す図である。

[図3]図3は、搜索支援システムの具体的な図である。

[図4]図4は、目標物の探知確率の説明をするための図である。

[図5]図5は、脅威となる対象物からの被探知確率の説明をするための図である。

[図6]図6は、搜索経路の表示の一例を示す図である。

[図7]図7は、探知確率要求度と被探知確率要求度の変動を示す図である。

[図8]図8は、搜索経路を算出する動作の一例を示す図である。

[図9]図9は、移動コストを算出する動作の一例を示す図である。

[図10]図10は、搜索支援装置を実現するコンピュータの一例を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0017] (実施の形態)

以下、本発明の実施の形態1について、図1から図10を参照しながら説明する。

[0018] [装置構成]

最初に、図1を用いて、本実施の形態における搜索支援装置の構成について説明する。図1は、搜索支援装置の一例を示す図である。

[0019] 図1に示す本実施の形態における搜索支援装置1は、周囲環境と脅威となる対象物とに応じて目標位置までの搜索経路を算出する装置である。図1に示すように、搜索支援装置1は、搜索センサ部2と、環境センサ部3と、搜索有効範囲推定部4と、脅威有効範囲推定部5と、経路算出部6とを有する。目標位置は、目標位置を含むその周辺範囲としてもよい。

[0020] このうち、搜索センサ部2は、目標物を搜索する。環境センサ部3は、周囲環境を計測し、計測結果に基づいて環境情報を生成する。搜索有効範囲推定部4は、環境情報と搜索センサ部2の性能を示す性能情報とを用いて、搜索センサ部2の搜索有効範囲を推定する。脅威有効範囲推定部5は、環境情報と、脅威となる対象物の保有するセンサの性能を示す性能情報とを用いて、対象物の保有するセンサの脅威有効範囲を推定する。経路算出部6は、搜索センサ部2の搜索有効範囲と、対象物の保有するセンサの搜索有効範囲と、脅威となる対象物の存在確率の分布とに基づいて、目標物までの搜索経路を算出する。

[0021] このように、本実施の形態では、搜索センサ部2の搜索有効範囲と、対象物の保有するセンサの搜索有効範囲と、脅威となる対象物の存在確率の分布とに基づいて、目標物までの搜索経路を算出できる。そのため、例えば、ビークルに周囲環境の影響を受けやすいセンサを搭載した場合でも、周囲環境と脅威となる対象物とに応じて、目標位置までの搜索経路を算出することができる。その結果、ビークルに搭載したセンサが周囲環境の影響を受けやすいセンサを利用しても、ミッションの目的に対して最適性の高い搜索経路を算出することができる。

[0022] [システム構成]

続いて、図2を用いて、本実施の形態における搜索支援装置1と、搜索支援装置1を有する搜索支援システム20について具体的に説明する。図2は

、 搜索支援装置を有する搜索支援システムの一例を示す図である。

[0023] 図2に示すように、本実施の形態における搜索支援システム20は、データベース局101及びビークル110を有する。データベース局101は、例えば、データベースを設置する施設である。データベース局101は、脅威対象情報データベース102と、広域目標情報データベース103と、広域環境情報データベース104と、広域危険度情報データベース105と、通信装置106とを有する。

[0024] 脅威対象情報データベース102は、脅威となる対象物が保有するセンサの性能を示す情報を記憶する。広域目標情報データベース103は、搜索支援システム20の外部から取得する目標物の存在を示す情報を有する。広域環境情報データベース104は、搜索支援システム20の外部から取得する周囲環境を計測した環境情報を有する。言い換えれば、環境情報は、センサの性能、又はビークルの移動性能の算出に用いる情報である。広域危険度情報データベース105は、搜索支援システム20の外部から取得する脅威となる対象物の存在を示す情報を有する。通信装置106は、これらのデータベース102から105が有するデータを、ビークル110の通信装置114を介して送信する。

[0025] ビークル110は、移動可能なビークルである。ビークル110は、パラメータ入力装置111と、搜索センサ装置112（搜索センサ部2）と、環境情報取得センサ装置113（環境センサ部3）と、通信装置114と、搜索支援装置115（搜索有効範囲推定部4、脅威有効範囲推定部5及び経路算出部6を有する搜索支援装置1）と、表示装置116とを有する。

[0026] パラメータ入力装置111は、ミッションの目的に合わせたパラメータ値を設定する。搜索センサ装置112は、ミッションにより設定される目標物を搜索し、目標物について目標物情報を生成する。環境情報取得センサ装置113は、センサの性能、又はビークルの移動性能の算出に用いる環境情報を生成する。例えば、周囲のセンサ能力やビークルの移動性能に関する情報である。通信装置114は、データベース局101から、通信装置106を

介してデータを受信する。搜索支援装置 115 は、搜索経路の算出を行う。表示装置 116 は、算出した搜索経路を表示する。

[0027] 搜索支援システムについて具体的に説明する。

ビークル 110 を水上又は水中航走体とし、搜索センサ装置 112 を音波によりセンシングを行うソナーとした場合について、図 3 を用いて説明する。図 3 は、搜索支援システムの具体的な図である。

[0028] 図 3 において、ビークル 110 は、パラメータ入力装置 201 (111)、搜索センサ装置 202 (112:ソナー)、環境情報取得センサ装置 203 (113)、データベース局 204 (101)、搜索支援装置 205 (115)、表示装置 206 (116) を有する。

[0029] パラメータ入力装置 201 は、開始・終了位置設定情報 210 と、速力設定情報 211 と、ミッション設定情報 212 とを搜索支援装置 205 へ入力する。

[0030] 具体的には、開始・終了位置設定情報 210 は、ビークル 110 による搜索の開始位置と終了位置とを示す情報を有する。速力設定情報 211 は、ビークル 110 の速力を設定するための情報である。なお、複数の設定値を有してもよい。ミッション設定情報 212 は、実施するミッションに関する目標物の探知確率の要求度と、脅威となる対象物からの被探知確率の要求度と、ミッション遂行時間の要求度とを有する情報である。要求度は、実施するミッションにおける各パラメータの重要度を表した値であり、搜索経路の算出において、重み付けとして利用する。例えば、目標物の探知確率の要求度を高く設定し、脅威となる対象物からの被探知確率の要求度を低く設定する場合、目標物を探知しやすいが、脅威となる対象物からは探知される可能性の高い経路を算出する。

[0031] 搜索センサ装置 202 は、音波情報を取得し、取得した音波情報に対して、信号処理、及び情報処理などを行う装置である。また、搜索センサ装置 202 は、目標物情報 (目標位置情報 220、目標運動情報 221) を搜索支援装置 205 へ入力する。

- [0032] 具体的には、目標位置情報 220 は、探知した目標物の位置の分布及び確度それぞれを示す情報である。目標運動情報 221 は、目標物の移動方向と移動速度の分布を示す情報である。
- [0033] 環境情報取得センサ装置 203 は、周囲水中音速情報 230 と、周囲流速情報 231 とを捜索支援装置 205 へ出力する。
- [0034] 具体的には、周囲水中音速情報 230 は、水中センサを用いて取得した水温を示す情報と、電気伝導度から算出した水中音速の鉛直プロファイルを示す情報などである。周囲流速情報 231 は、水中センサを用いて取得した、周囲の水流の速度ベクトルを示す情報である。
- [0035] データベース局 204 は、脅威対象センサ性能情報 240 と、広域目標位置情報 241 と、広域水中音速情報 242 と、広域流速情報 243 と、広域危険度情報 244 とを捜索支援装置 205 へ、通信装置 106 を介して送信する。
- [0036] 具体的には、脅威対象センサ性能情報 240 は、データベース局 204 から受信した、ピークル 110 の脅威となる対象物の保有するセンサの性能を示す情報である。広域目標位置情報 241 は、ピークル 110 の目標物の存在確率の分布を示す情報である。広域水中音速情報 242 は、ミッションにおいて捜索する領域全体の水中音速分布を示す情報である。広域流速情報 243 は、ミッションにおいて捜索する領域全体の流速分布を示す情報である。広域危険度情報 244 は、脅威となる対象物の存在確率の分布を示す情報である。
- [0037] 捜索支援装置 205 は、パラメータ入力装置 201 と、捜索センサ装置 202 と、環境情報取得センサ装置 203 と、データベース局 204 とから取得した情報を用いて、経路情報と、探知確率情報と、被探知確率情報とを算出する。
- [0038] 捜索支援装置 205 は、捜索経路算出部 250 と、センサ性能推定部 251 と、目標位置推定部 252 と、水中音速推定部 253 と、流速推定部 254 と、捜索センサ能力データ 255 と、地形データ 256 とを有する。更に

、搜索支援装置 205 は、探知確率算出部 261 と、被探知確率算出部 262 と、移動コスト算出部 263 と、表示情報生成部 264 とを有する。

[0039] 搜索経路算出部 250 は、センサ性能推定部 251（搜索有効範囲推定部 4、脅威有効範囲推定部 5）、目標位置推定部 252、流速推定部 254 から取得した情報と、広域危険度情報 244 と、地形データ 256 の情報とを用いて、搜索経路を探索し、経路情報を算出する。

[0040] 具体的には、搜索経路算出部 250 は、パラメータ入力装置 201 から取得した、複数の搜索条件パラメータが入力された場合、そのうち一つの搜索条件パラメータを選択する。続いて、搜索経路算出部 250 は、選択した搜索条件パラメータについて、搜索経路を探索の対象とする範囲を算出する。

[0041] なお、搜索経路算出部 250 は、搜索条件パラメータで設定された開始位置と終了位置との間の移動について、搜索条件パラメータで設定されたビークル 110 の速力を用いた場合、搜索条件パラメータで設定されたミッション遂行時間内に到達できる範囲のみを経路探索範囲とする。

[0042] ここで、開始位置と終了位置との間において設定された速力で直線移動し、かつミッション設定情報中のミッション遂行時間を超える場合、選択された条件で到達できないと判定し、搜索経路を探索する対象範囲から外す。

[0043] 続いて、搜索経路算出部 250 は、搜索経路を探索で使用するセルを生成するため、経路探索範囲を後述するグリッド分割処理をする。なお、グリッドの間隔は固定値としてもよいし、可変値としてもよい。

[0044] 続いて、搜索経路算出部 250 は、搜索条件パラメータにより設定された開始位置から終了位置までの間に対する搜索経路算出処理を実行する。具体的には、搜索経路算出処理は、搜索経路に対して、個別の移動コストの設定ができる経路探索アルゴリズムである、ダイクストラ法、又は A\*（A-Star）法などを用いる。ここで、移動コストとは、事前に設定された要求度に依存する移動に必要な仮想的な費用を示す値である。本実施の形態では、移動に必要な時間をベースとして、目標物の探知確率と、脅威となる対象物からの被探知確率とを踏まえて算出する。例えば、目標の探知確率の要求度を高

く設定する場合は、目標物を探知しやすい経路はより低い移動コストとなる。また、脅威となる対象物からの被探知確率の要求度を高く設定する場合、脅威から探知されやすい経路はより高い移動コストとなる。

[0045] また、経路情報は、搜索を開始する開始位置から搜索を終了する終了位置までの搜索経路を示す情報である。探知確率情報は、ビークル110により搜索対象である目標物を探知できる範囲と、探知確率とを示す情報である。被探知確率情報は、ビークル110が脅威となる対象物から探知される範囲と、被探知確率とを示す情報である。

[0046] センサ性能推定部251が有する搜索有効範囲推定部4は、例えば、水中音速推定部253から取得した入力データと、搜索センサ能力データ255と、地形データ256とを用いて、入力データに対する搜索センサ装置202のソナー性能を推定する。また、センサ性能推定部251が有する脅威有効範囲推定部5は、例えば、水中音速推定部253から取得した入力データと、脅威対象センサ性能情報240と、地形データ256とを用いて、入力データに対する脅威となる対象物が保有するソナー性能を推定する。

[0047] なお、センサ性能推定部251は、搜索センサ装置202の性能がビークル110の速度により変化する場合、速力設定情報211を取得して、取得した速力設定情報211を加え、ソナー性能を推定してもよい。

[0048] 目標位置推定部252は、目標位置情報220と目標運動情報221より算出した指定日時における搜索センサ装置202により検出した、目標物の推定位置情報に加えて、広域目標位置情報241から取得した入力データを統合し、広域における目標物の存在確率の分布を算出する。

[0049] 水中音速推定部253は、広域水中音速情報242を周囲水中音速情報230で補正することで水中音速分布の推定値を算出する。

[0050] 流速推定部254は、広域流速情報243を周囲流速情報231で補正することで流速分布の推定値を算出する。

[0051] 探知確率算出部261は、環境情報を用いて、推定した目標位置に到達する到達日時を推定し、目標物情報を用いて到達日時における目標物の存在確

率の分布を推定する。また、探知確率算出部 261 は、環境情報を用いて到達日時における推定した目標位置の環境を推定するとともに、推定した目標物の存在確率の分布と、推定した目標位置の環境とを用いて、到達日時における、推定した目標位置における目標物の探知確率を算出する。

[0052] 具体的には、探知確率算出部 261 は、まず、海流の流速情報などの環境情報を用いて、推定した目標位置に到達する到達日時と、推定した目標位置に到達するまでの移動時間とを推定する。続いて、探知確率算出部 261 は、目標位置情報 220 と目標運動情報 221 を用いて推定した目標位置と、広域目標位置情報 241 とに基づいて、到達日時における、推定した目標位置における目標物の存在確率の分布を算出する。また、探知確率算出部 261 は、広域水中音速情報 242 を周囲水中音速情報 230 で補正することで、水中音速分布の変動を加味し、到達日時における水中音速分布の推定値を算出する。そして、探知確率算出部 261 は、到達日時における、目標物の存在確率の分布と、水中音速分布の推定値と、搜索センサ能力データ 255 と、地形データ 256 とを用いて、目標物の探知確率を算出する。

[0053] 目標物の探知確率の算出について、図 4 を用いて更に説明する。図 4 は、目標物の探知確率の説明をするための図である。

[0054] 図 4 に示す目標存在推定マップ 501 は、グリッド分割処理により生成された複数のセルにより分割された、到達日時における目標物の存在確率の分布を示すマップである。なお、図 4 に示すようにセルの色が濃いほど、目標物の存在確率は高いものとする。

[0055] 搜索有効範囲 502 は、到達日時における水中音速分布の推定値と、搜索センサ能力データ 255 と、地形データ 256 とを用いて算出した中心点 503 を基準とした搜索センサ装置 202 の有効範囲を示している。

[0056] 探知確率マップ 504 は、目標存在推定マップ 501 と搜索有効範囲 502 との値を位置座標ごとに乗算することで算出される情報を示している。そして、探知確率マップ 504 に示すセルすべて乗算値を加算することで、目標物の探知確率に関する指標値を算出する。

- [0057] 被探知確率算出部 262 は、環境情報を用いて、推定した目標位置に到達する到達日時を推定し、目標物情報を用いて到達日時における目標物の存在確率の分布を推定する。また、被探知確率算出部 262 は、環境情報を用いて到達日時における推定した目標位置の環境を推定し、推定した目標物の存在確率の分布と、推定した目標位置の環境とを用いて、脅威となる対象物の保有するセンサの性能を示す性能情報と、推定した目標位置の環境とを用いて、脅威となる対象物からの被探知確率を算出する。
- [0058] 具体的には、被探知確率算出部 262 は、探知確率算出部 261 と同様、推定した目標位置に到達する到達日時と、推定した目標位置に到達するまでの移動時間と、到達日時における推定した目標位置における目標物の存在確率の分布を算出する。また、被探知確率算出部 262 は、探知確率算出部 261 と同様、到達日時における水中音速分布の推定値を算出する。そして、被探知確率算出部 262 は、到達日時における、水中音速分布の推定値と、脅威対象センサ性能情報 240 と、広域危険度情報 244 と、地形データ 256 とを用いて、脅威となる対象物からの被探知確率を算出する。
- [0059] 脅威となる対象物からの被探知確率の算出について、図 5 を用いて更に説明する。図 5 は、脅威となる対象物からの被探知確率の説明をするための図である。
- [0060] 図 5 に示す脅威対象存在予測マップ 601 は、グリッド分割処理により生成された複数のセルにより分割された、到達日時における、脅威となる対象物の存在確率の分布を示すマップである。脅威対象存在予測マップ 601 は、広域危険度情報 244 を用いて生成される。なお、図 5 に示すようにセルの色が濃いほど、脅威となる対象物の存在確率は高いものとする。
- [0061] 脅威有効範囲 602 は、到達日時における水中音速分布の推定値と、脅威対象センサ性能情報 240 と、地形データ 256 とを用いて算出した中心点 603 を基準とした脅威となる対象物が保有するセンサにより探知される可能性のある有効範囲である。
- [0062] 被探知確率マップ 604 は、脅威対象存在予測マップ 601 と脅威有効範

図602との値を位置座標ごとに乗算することで算出される情報を示している。そして、被探知確率マップ604に示すセルすべての乗算値を加算することで、脅威となる対象物からの被探知確率に関する指標値を算出する。

[0063] 移動コスト算出部263は、推定した目標位置における探知確率と、探知確率の要求度とを乗算した値と、推定した目標位置における被探知確率と、被探知確率の要求度とを乗算した値とを乗算して、推定した目標位置までの移動時間に対する、移動コストを算出する。

[0064] 具体的には、移動コスト算出部263は、推定した目標位置が含まれるセルまでの移動時間に対して、推定した目標物の探知確率と、搜索条件パラメータで設定された目標物の探知確率の要求度とを乗算して乗算値を算出する。また、移動コスト算出部263は、推定した目標位置が含まれるセルまでの移動時間に対して、脅威となる対象物からの被探知確率と、搜索条件パラメータで設定された脅威となる対象物からの被探知確率の要求度とを乗算して乗算値を算出する。そして、移動コスト算出部263は、これらの乗算値を乗算して、推定した目標位置が含まれるセルまでの移動時間に対して、移動コストを算出する。

[0065] 表示情報生成部264は、生成した経路情報と、探知確率情報と、被探知確率情報それぞれに対応する表示を、表示装置206に表示させるための表示情報を生成する。具体的には、表示情報生成部264は、経路情報についての表示を表示装置206に表示させるための経路表示情報270と、探知確率情報についての表示を表示装置206に表示させるための探知確率表示情報271と、被探知確率情報についての表示を表示装置206に表示させるための被探知確率表示情報272とを生成し、表示装置206へ送信する。

[0066] 図6は、搜索経路の表示の一例を示す図である。図6に示す経路表示部701には、搜索条件パラメータごとの複数の搜索経路701a、701b、701cの算出結果と、経路探索対象範囲701dと経路探索用グリッド（セル）を表示する。

[0067] 検索条件パラメータ設定画面702は、検索条件パラメータを設定する画面であり、複数の条件を設定することができる。目標探知確率要求度設定部703は、経路探索における目標物の探知確率に対する重みである探知確率に対する要求度を設定するためのユーザーインターフェースである。要求度は、例えば、数値入力でもよいし、スライドバーなどを用いて設定してもよい。被探知確率要求度設定部704は、経路探索における脅威となる対象物からの被探知確率に対する重みである被探知確率に対する要求度を設定するためのユーザーインターフェースである。ミッション遂行時間の要求値設定部705は、ミッション遂行時間の要求値を入力するユーザーインターフェースである。なお、要求度、要求値は、例えば、数値入力でもよいし、スライドバーなどを用いて設定してもよい。

[0068] 探知・被探知確率表示部706は、検索条件パラメータごとの最適検索経路を選択した場合の検索センサ装置202による目標物の探知確率の推移のグラフ、又は脅威となる対象物からの被探知確率の推移を示すグラフを表示する。

[0069] (変形例)

パラメータ入力装置201は、検索条件ごとにそれぞれ一つの探知確率に対応する要求度と被探知確率に対する要求度を入力している。しかし、ミッション期間内（移動時間）において探知確率に対する要求度と被探知確率に対する要求度が変動する場合、図7に示すように要求度（探知確率要求度、被探知確率要求度）を、時間に応じて更新する設定をしてもよい。図7は、探知確率要求度と被探知確率要求度の変動を示す図である。

[0070] 時間に応じて変動する要求度とは、実施するミッションにおける各パラメータの重要度が時間によって変化することを示す。例えば、ミッション開始直後は特に脅威となる対象物からの被探知が問題となるが一定時間後には被探知されても問題が無くなる場合は、ミッション開始直後の時間において被探知確率要求度を高く設定し、一定時間後に同要求度を低く設定する。この場合、移動コストの算出において用いる要求度（探知確率要求度、被探知確

率要求度)は、移動コストを算出する位置への到達日時における値を用いる。

[0071] [装置動作]

次に、本発明の実施の形態における搜索支援装置の動作について図8、図9を用いて説明する。図8は、搜索経路を算出する動作の一例を示す図である。図9は、移動コストを算出する動作の一例を示す図である。以下の説明においては、適宜図1から図6を参酌する。また、本実施の形態では、搜索支援装置を動作させることによって、搜索支援方法が実施される。よって、本実施の形態における搜索支援方法の説明は、以下の搜索支援装置の動作説明に代える。

[0072] 搜索経路を算出する動作について説明をする。

ステップA1(搜索条件選択)において、搜索経路算出部250は、パラメータ入力装置201から複数の搜索条件パラメータが入力された場合、そのうち一つの搜索条件パラメータを選択する。

[0073] ステップA2(経路探索対象範囲算出)において、搜索経路算出部250は、経路探索の対象とする範囲を算出する。搜索条件パラメータで設定された開始位置と終了位置との間の移動について、搜索条件パラメータで設定されたビークル110の速力を用いた場合、搜索条件パラメータで設定されたミッション遂行時間内で到達可能な範囲のみを経路探索範囲とする。

[0074] ステップA3において、搜索経路算出部250は、選択された条件において、ビークル110が終了位置に到達可能であるか否かを判定する。開始位置と終了位置との間を、設定された速力で直線移動する場合において、ビークル110の移動時間が、ミッション設定情報により設定されたミッション遂行時間(到達日時)を超えた場合(ステップA3:No)、選択された条件で到達可能ではないと判定し、以降の経路探索305の対象範囲としない。

[0075] 次に、ビークル110の移動時間がミッション遂行時間(到達日時)を超えていない場合(ステップA3:Yes)、ステップA4(経路探索用グリ

ッド生成)において、検索経路算出部250は、経路探索範囲に対してグリッド分割処理を実行する。

[0076] ステップA5(経路探索)において、検索経路算出部250は、検索条件パラメータにて設定された開始位置から終了位置の間に対する経路探索処理を実行する。例えば、経路に対して個別の移動コストの設定ができる、経路探索アルゴリズムであるダイクストラ法やA\*法などを用いる。なお、セル間の移動コストは、図4に示す検索条件パラメータに従った重みをつけた手法を用いるものとする。

[0077] ステップA6において、検索経路算出部250は、パラメータ入力装置201から入力されたすべての検索条件パラメータに対して検索経路を算出したか否かを判定する。全ての検索条件パラメータに対して検索経路を算出していない場合(ステップA6:No)、検索経路算出部250は、次の検索条件パラメータに対して検索経路算出を実行する。全ての検索条件パラメータに対して検索経路を算出してした場合(ステップA6:Yes)、検索経路算出部250は、検索経路算出処理を終了する。

[0078] 移動コストを算出する動作について説明をする。

ステップB1(対象セルの到達時刻の算出)において、探知確率算出部261又は被探知確率算出部262は、移動コストの基準となるセルから、移動コストを算出する対象となる隣接セルまでの、ピークル110の移動時間を、海流の流速情報などを用いて算出する。

[0079] ステップB2(対象セル到達日時での推定した目標位置の算出)において、探知確率算出部261又は被探知確率算出部262は、目標位置情報220と広域目標位置情報241とより、対象セルの到達日時における目標物の存在確率の分布を算出する。

[0080] ステップB3(対象セル到達日時での推定環境の算出)において、探知確率算出部261又は被探知確率算出部262は、広域水中音速情報243を周囲水中音速情報230で補正することで、対象セルの到達日時における水中音速分布の推定値を算出する。なお、ステップB2、ステップB3の処理

の順番は限定しない。

[0081] ステップB 4（対象セルでの搭載センサによる目標物の探知確率の算出）において、探知確率算出部 2 6 1 は、対象セルの到達日時における目標物の存在確率の分布と、水中音速分布の推定値と、搜索センサ能力データ 2 5 5 と、地形データ 2 5 6 とを用いて、対象セルにおける目標物の探知確率を算出する。図 5 を参照。

[0082] ステップB 5（対象セルでの脅威となる対象物からの被探知確率の算出）において、被探知確率算出部 2 6 2 は、対象セルの到達日時における水中音速分布の推定値と、脅威対象センサ性能情報 2 4 0 と、広域危険度情報 2 4 4 と、地形データ 2 5 6 とを用いて、対象セルにおける脅威となる対象物からの被探知確率を算出する。図 6 を参照。なお、ステップB 4、ステップB 5 の処理の順番は限定しない。

[0083] ステップB 6（対象セルへの重み付き移動コストの算出）において、移動コスト算出部 2 6 3 は、セル間の移動時間に対して、対象セルにおける目標物の探知確率と、搜索条件パラメータを用いて設定された目標探知確率の要求度との乗算値を算出する。また、移動コスト算出部 2 6 3 は、対象セルにおける脅威となる対象物からの被探知確率と、搜索条件パラメータを用いて設定された脅威となる対象物からの被探知確率の要求度との乗算値を算出する。そして、移動コスト算出部 2 6 3 は、それら乗算値を乗算して対象セルまでの移動コストを算出する。

[0084] [本実施の形態の効果]

以上のように本実施の形態によれば、搜索センサ部 2 の搜索有効範囲と、対象物の保有するセンサの搜索有効範囲と、脅威となる対象物の存在確率の分布とに基づいて、目標物までの搜索経路を算出できる。そのため、例えば、ビークルに周囲環境の影響を受けやすいセンサを搭載した場合でも、周囲環境と脅威となる対象物とに応じて、目標位置までの搜索経路を算出することができる。その結果、ビークルに搭載したセンサが周囲環境の影響を受けやすいセンサを利用しても、ミッションの目的に対して最適性の高い搜索経

路を算出することができる。

[0085] また、本実施の形態では、有人ビークルにおけるオペレータへの搜索経路の提示について説明をしたが、水中無人機や水上無人機などの無人ビークルに対して、搜索支援装置 1 を適用してもよい。

[0086] 更に、無人機に搭載した搜索支援装置 1 は、事前に優先順位づけをした搜索条件パラメータを記憶し、それら搜索条件パラメータを用いて搜索経路探索処理を実行してもよい。また、搜索経路探索処理を実行した後、最も優先順位が高い搜索経路を選択し、無人機の行動判断に利用することができる。

[0087] [プログラム]

本発明の実施の形態におけるプログラムは、コンピュータに、図 8 に示すステップ A 1 から A 6 を実行させるプログラム、図 9 に示すステップ B 1 から B 6 を実行させるプログラムであれば良い。また、表示装置 206 に表示情報を表示させるプログラムであればよい。このプログラムをコンピュータにインストールし、実行することによって、本実施の形態における搜索支援装置と搜索支援方法とを実現することができる。

[0088] また、コンピュータのプロセッサは、搜索経路算出部 250、センサ性能推定部 251、目標位置推定部 252、水中音速推定部 253、流速推定部 254、探知確率算出部 261、被探知確率算出部 262、移動コスト算出部 263、表示情報生成部 264 として機能し、処理を行なう。

[0089] また、本実施の形態におけるプログラムは、複数のコンピュータによって構築されたコンピュータシステムによって実行されても良い。この場合は、例えば、各コンピュータが、それぞれ、搜索経路算出部 250、センサ性能推定部 251、目標位置推定部 252、水中音速推定部 253、流速推定部 254、探知確率算出部 261、被探知確率算出部 262、移動コスト算出部 263、表示情報生成部 264 のいずれかとして機能してもよい。

[0090] [物理構成]

ここで、実施の形態におけるプログラムを実行することによって、搜索支援装置を実現するコンピュータについて図 10 を用いて説明する。図 10 は

、本発明の実施の形態における検索支援装置を実現するコンピュータの一例を示すブロック図である。

[0091] 図10に示すように、コンピュータ410は、CPU411と、メインメモリ412と、記憶装置413と、入力インターフェイス414と、表示コントローラ415と、データリーダ/ライタ416と、通信インターフェイス417とを備える。これらの各部は、バス421を介して、互いにデータ通信可能に接続される。なお、コンピュータ410は、CPU411に加えて、又はCPU411に代えて、GPU (Graphics Processing Unit)、又はFPGA (Field-Programmable Gate Array) を備えていてもよい。

[0092] CPU411は、記憶装置413に格納された、本実施の形態におけるプログラム(コード)をメインメモリ412に展開し、これらを所定順序で実行することにより、各種の演算を実施する。メインメモリ412は、典型的には、DRAM (Dynamic Random Access Memory) 等の揮発性の記憶装置である。また、本実施の形態におけるプログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体420に格納された状態で提供される。なお、本実施の形態におけるプログラムは、通信インターフェイス417を介して接続されたインターネット上で流通するものであっても良い。

[0093] また、記憶装置413の具体例としては、ハードディスクドライブの他、フラッシュメモリ等の半導体記憶装置が挙げられる。入力インターフェイス414は、CPU411と、キーボード及びマウスといった入力機器418との間のデータ伝送を仲介する。表示コントローラ415は、ディスプレイ装置419と接続され、ディスプレイ装置419での表示を制御する。

[0094] データリーダ/ライタ416は、CPU411と記録媒体420との間のデータ伝送を仲介し、記録媒体420からのプログラムの読み出し、及びコンピュータ410における処理結果の記録媒体420への書き込みを実行する。通信インターフェイス417は、CPU411と、他のコンピュータとの間のデータ伝送を仲介する。

[0095] また、記録媒体420の具体例としては、CF (Compact Flash (登録商標

)) 及びSD (Secure Digital) 等の汎用的な半導体記憶デバイス、フレキシブルディスク (Flexible Disk) 等の磁気記録媒体、又はCD-ROM (Compact Disk Read Only Memory) などの光学記録媒体が挙げられる。

[0096] なお、本実施の形態における搜索支援装置1は、プログラムがインストールされたコンピュータではなく、各部に対応したハードウェアを用いることによっても実現可能である。更に、搜索支援装置1は、一部がプログラムで実現され、残りの部分がハードウェアで実現されていてもよい。

[0097] [付記]

以上の実施の形態に関し、更に以下の付記を開示する。上述した実施の形態の一部又は全部は、以下に記載する(付記1)から(付記18)により表現することができるが、以下の記載に限定されるものではない。

[0098] (付記1)

目標物を搜索する、搜索センサ部と、  
周囲環境を計測し、計測結果に基づいて環境情報を生成する、環境センサ部と、  
前記環境情報と前記搜索センサ部の性能を示す性能情報とを用いて、前記搜索センサ部の搜索有効範囲を推定する、搜索有効範囲推定部と、  
前記環境情報と、脅威となる対象物の保有するセンサの性能を示す性能情報とを用いて、前記対象物の保有するセンサの搜索有効範囲を推定する、脅威有効範囲推定部と、  
前記搜索センサ部の搜索有効範囲と、前記対象物の保有するセンサの搜索有効範囲と、前記脅威となる対象物の存在確率の分布とに基づいて、前記目標物までの搜索経路を算出する、経路算出部と、  
を有することを特徴とする搜索支援装置。

[0099] (付記2)

付記1に記載の搜索支援装置であって、  
前記搜索センサ部は、前記目標物について、推定した目標位置と、存在確率分布と、移動方向と、移動速度とを有する目標物情報を生成し、

前記経路算出部は、前記目標物情報に基づいて、前記目標物までの搜索経路を算出する

ことを特徴とする搜索支援装置。

[0100] (付記3)

付記2に記載の搜索支援装置であって、

前記環境情報を用いて推定した前記目標位置に到達する到達日時を推定し、前記目標物情報を用いて前記到達日時における前記目標物の存在確率の分布を推定し、前記環境情報を用いて前記到達日時における推定した前記目標位置の環境を推定し、推定した前記目標物の存在確率の分布と、推定した前記目標位置の環境とを用いて、前記到達日時における、推定した前記目標位置における前記目標物の探知確率を算出する、探知確率算出部

を有することを特徴とする搜索支援装置。

[0101] (付記4)

付記3に記載の搜索支援装置であって、

前記環境情報を用いて推定した前記目標位置に到達する到達日時を推定し、前記目標物情報を用いて前記到達日時における前記目標物の存在確率の分布を推定し、前記環境情報を用いて前記到達日時における推定した前記目標位置の環境を推定し、推定した前記目標物の存在確率の分布と、推定した前記目標位置の環境とを用いて、脅威となる前記対象物の保有するセンサの性能を示す性能情報と、推定した前記目標位置の環境とを用いて、脅威となる前記対象物からの被探知確率を算出する、被探知確率算出部

を有することを特徴とする搜索支援装置。

[0102] (付記5)

付記4に記載の搜索支援装置であって、

推定した前記目標位置における前記探知確率と、前記探知確率の要求度とを乗算した値と、推定した前記目標位置における前記被探知確率と、前記被探知確率の要求度とを乗算した値とを乗算して、推定した前記目標位置までの移動時間に対する、移動コストを算出する、移動コスト算出部

を有することを特徴とする搜索支援装置。

[0103] (付記6)

付記5に記載の搜索支援装置であって、

前記搜索経路、又は探知確率、又は被探知確率、又はそれらを組み合わせた表示をするための表示情報を生成する、表示情報生成部

を有することを特徴とする搜索支援装置。

[0104] (付記7)

(a) 環境センサ部により、周囲環境を計測し計測結果に基づいて生成された環境情報と、目標物を搜索する搜索センサ部の性能を示す性能情報とを用いて、前記搜索センサ部の搜索有効範囲を推定し、

(b) 前記環境情報と、脅威となる対象物の保有するセンサの性能を示す性能情報とを用いて、前記対象物の保有するセンサの搜索有効範囲を推定し、

(c) 前記搜索センサ部の搜索有効範囲と、前記対象物の保有するセンサの搜索有効範囲と、前記脅威となる対象物の存在確率の分布とに基づいて、前記目標物までの搜索経路を算出する

ことを特徴とする搜索支援方法。

[0105] (付記8)

付記7に記載の搜索支援方法であって、

前記(c)の処理において、前記搜索センサ部が生成した、前記目標物について、推定した目標位置と、存在確率の分布と、移動方向と、移動速度とを有する目標物情報に基づいて、前記目標物までの搜索経路を算出する

ことを特徴とする搜索支援方法。

[0106] (付記9)

付記8に記載の搜索支援方法であって、

(d) 前記環境情報を用いて推定した前記目標位置に到達する到達日時を推定し、前記目標物情報を用いて前記到達日時における前記目標物の存在確率の分布を推定し、前記環境情報を用いて前記到達日時における推定した前記目標位置の環境を推定し、推定した前記目標物の存在確率の分布と、推定し

た前記目標位置の環境とを用いて、前記到達日時における、推定した前記目標位置における前記目標物の探知確率を算出する

ことを特徴とする搜索支援方法。

[0107] (付記 10)

付記 9 に記載の搜索支援方法であって、

(e) 前記環境情報を用いて推定した前記目標位置に到達する到達日時を推定し、前記目標物情報を用いて前記到達日時における前記目標物の存在確率の分布を推定し、前記環境情報を用いて前記到達日時における推定した前記目標位置の環境を推定し、推定した前記目標物の存在確率の分布と、推定した前記目標位置の環境とを用いて、脅威となる前記対象物の保有するセンサの性能を示す性能情報と、推定した前記目標位置の環境とを用いて、脅威となる前記対象物からの被探知確率を算出する

ことを特徴とする搜索支援方法。

[0108] (付記 11)

付記 10 に記載の搜索支援方法であって、

(f) 推定した前記目標位置における前記探知確率と、前記探知確率の要求度とを乗算した値と、推定した前記目標位置における前記被探知確率と、前記被探知確率の要求度とを乗算した値とを乗算して、推定した前記目標位置までの移動時間に対する、移動コストを算出する

ことを特徴とする搜索支援方法。

[0109] (付記 12)

付記 11 に記載の搜索支援方法であって、

(g) 前記搜索経路、又は探知確率、又は被探知確率、又はそれらを組み合わせた表示をするための表示情報を生成する

ことを特徴とする搜索支援方法。

[0110] (付記 13)

コンピュータに、

(a) 環境センサ部により、周囲環境を計測し計測結果に基づいて生成され

た環境情報と、目標物を検索する検索センサ部の性能を示す性能情報とを用いて、前記検索センサ部の検索有効範囲を推定する、ステップと、

(b) 前記環境情報と、脅威となる対象物の保有するセンサの性能を示す性能情報とを用いて、前記対象物の保有するセンサの検索有効範囲を推定する、ステップと、

(c) 前記検索センサ部の検索有効範囲と、前記対象物の保有するセンサの検索有効範囲と、前記脅威となる対象物の存在確率の分布とに基づいて、前記目標物までの検索経路を算出する、ステップと、

を実行させる命令を含む、プログラムを記録しているコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0111] (付記 14)

付記 13 に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記 (c) のステップにおいて、前記検索センサ部が生成した、前記目標物について、推定した目標位置と、存在確率の分布と、移動方向と、移動速度とを有する目標物情報に基づいて、前記目標物までの検索経路を算出することを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0112] (付記 15)

付記 14 に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記プログラムが、前記コンピュータに、

(d) 前記環境情報を用いて推定した前記目標位置に到達する到達日時を推定し、前記目標物情報を用いて前記到達日時における前記目標物の存在確率の分布を推定し、前記環境情報を用いて前記到達日時における推定した前記目標位置の環境を推定し、推定した前記目標物の存在確率の分布と、推定した前記目標位置の環境とを用いて、前記到達日時における、推定した前記目標位置における前記目標物の探知確率を算出する、ステップを実行させる命令を更に含む、

プログラムを記録しているコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0113] (付記 16)

付記 15 に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、  
前記プログラムが、前記コンピュータに、

(e) 前記環境情報を用いて推定した前記目標位置に到達する到達日時を推定し、前記目標物情報を用いて前記到達日時における前記目標物の存在確率の分布を推定し、前記環境情報を用いて前記到達日時における推定した前記目標位置の環境を推定し、推定した前記目標物の存在確率の分布と、推定した前記目標位置の環境とを用いて、脅威となる前記対象物の保有するセンサの性能を示す性能情報と、推定した前記目標位置の環境とを用いて、脅威となる前記対象物からの被探知確率を算出する、ステップを実行させる命令を更に含む、

プログラムを記録しているコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0114] (付記 17)

付記 16 に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、  
前記プログラムが、前記コンピュータに、

(f) 推定した前記目標位置における前記探知確率と、前記探知確率の要求度とを乗算した値と、推定した前記目標位置における前記被探知確率と、前記被探知確率の要求度とを乗算した値とを乗算して、推定した前記目標位置までの移動時間に対する、移動コストを算出する、ステップを実行させる命令を更に含む、

プログラムを記録しているコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0115] (付記 18)

付記 17 に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、  
前記プログラムが、前記コンピュータに、

(g) 前記搜索経路、又は探知確率、又は被探知確率、又はそれらを組み合わせた表示をするための表示情報を生成する、ステップを実行させる、

プログラムを記録しているコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0116] 以上、実施の形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施の形態に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明の

スコープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

[0117] この出願は、2018年3月26日に提出された日本出願特願2018-058821を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

### 産業上の利用可能性

[0118] 以上のように本発明によれば、周囲環境と脅威となる対象物とに応じて目標位置までの搜索経路を算出することができる。本発明は、搜索経路を算出が必要な分野において有用である。

### 符号の説明

- [0119] 1 搜索支援装置
- 2 搜索センサ部
- 3 環境センサ部
- 4 搜索有効範囲推定部
- 5 脅威有効範囲推定部
- 6 経路算出部
- 20 搜索支援システム
- 101 データベース局
- 102 脅威対象情報データベース
- 103 広域目標情報データベース
- 104 広域環境情報データベース
- 105 広域危険度情報データベース
- 106 通信装置
- 110 ビークル
- 111 パラメータ入力装置
- 112 搜索センサ装置
- 113 環境情報取得センサ装置
- 114 通信装置
- 115 搜索支援装置

- 1 1 6 表示装置
- 2 0 1 パラメータ入力装置
- 2 0 2 検索センサ装置
- 2 0 3 環境情報取得センサ装置
- 2 0 4 データベース局
- 2 0 5 検索支援装置
- 2 0 6 表示装置
- 4 1 0 コンピュータ
- 4 1 1 CPU
- 4 1 2 メインメモリ
- 4 1 3 記憶装置
- 4 1 4 入力インターフェイス
- 4 1 5 表示コントローラ
- 4 1 6 データリーダ／ライタ
- 4 1 7 通信インターフェイス
- 4 1 8 入力機器
- 4 1 9 ディスプレイ装置
- 4 2 0 記録媒体
- 4 2 1 バス

## 請求の範囲

### [請求項1]

目標物を検索する、検索センサ手段と、  
周囲環境を計測し、計測結果に基づいて環境情報を生成する、環境センサ手段と、  
前記環境情報と前記検索センサ手段の性能を示す性能情報とを用いて、前記検索センサ手段の検索有効範囲を推定する、検索有効範囲推定手段と、  
前記環境情報と、脅威となる対象物の保有するセンサの性能を示す性能情報とを用いて、前記対象物の保有するセンサの検索有効範囲を推定する、脅威有効範囲推定手段と、  
前記検索センサ手段の検索有効範囲と、前記対象物の保有するセンサの検索有効範囲と、前記脅威となる対象物の存在確率の分布とに基づいて、前記目標物までの検索経路を算出する、経路算出手段と、  
を有することを特徴とする検索支援装置。

### [請求項2]

請求項1に記載の検索支援装置であって、  
前記検索センサ手段は、前記目標物について、推定した目標位置と、存在確率の分布と、移動方向と、移動速度とを有する目標物情報を生成し、  
前記経路算出手段は、前記目標物情報に基づいて、前記目標物までの検索経路を算出する  
ことを特徴とする検索支援装置。

### [請求項3]

請求項2に記載の検索支援装置であって、  
前記環境情報を用いて推定した前記目標位置に到達する到達日時を推定し、前記目標物情報を用いて前記到達日時における前記目標物の存在確率の分布を推定し、前記環境情報を用いて前記到達日時における推定した前記目標位置の環境を推定し、推定した前記目標物の存在確率の分布と、推定した前記目標位置の環境とを用いて、前記到達日時における、推定した前記目標位置における前記目標物の探知確率を

算出する、探知確率算出手段

を有することを特徴とする搜索支援装置。

[請求項4]

請求項3に記載の搜索支援装置であって、

前記環境情報を用いて推定した前記目標位置に到達する到達日時を推定し、前記目標物情報を用いて前記到達日時における前記目標物の存在確率の分布を推定し、前記環境情報を用いて前記到達日時における推定した前記目標位置の環境を推定し、推定した前記目標物の存在確率の分布と、推定した前記目標位置の環境とを用いて、脅威となる前記対象物の保有するセンサの性能を示す性能情報と、推定した前記目標位置の環境とを用いて、脅威となる前記対象物からの被探知確率を算出する、被探知確率算出手段

を有することを特徴とする搜索支援装置。

[請求項5]

請求項4に記載の搜索支援装置であって、

推定した前記目標位置における前記探知確率と、前記探知確率の要求度とを乗算した値と、推定した前記目標位置における前記被探知確率と、前記被探知確率の要求度とを乗算した値とを乗算して、推定した前記目標位置までの移動時間に対する、移動コストを算出する、移動コスト算出手段

を有することを特徴とする搜索支援装置。

[請求項6]

請求項5に記載の搜索支援装置であって、

前記搜索経路、又は探知確率、又は被探知確率、又はそれらを組み合わせた表示をするための表示情報を生成する、表示情報生成手段

を有することを特徴とする搜索支援装置。

[請求項7]

(a) 環境センサ部により、周囲環境を計測し計測結果に基づいて生成された環境情報と、目標物を搜索する搜索センサ部の性能を示す性能情報とを用いて、前記搜索センサ部の搜索有効範囲を推定し、

(b) 前記環境情報と、脅威となる対象物の保有するセンサの性能を示す性能情報とを用いて、前記対象物の保有するセンサの搜索有効範

囲を推定し、

(c) 前記検索センサ部の検索有効範囲と、前記対象物の保有するセンサの検索有効範囲と、前記脅威となる対象物の存在確率の分布とに基づいて、前記目標物までの搜索経路を算出する

ことを特徴とする搜索支援方法。

[請求項8]

請求項7に記載の搜索支援方法であって、

前記(c)の処理において、前記検索センサ部が生成した、前記目標物について、推定した目標位置と、存在確率の分布と、移動方向と、移動速度とを有する目標物情報に基づいて、前記目標物までの搜索経路を算出する

ことを特徴とする搜索支援方法。

[請求項9]

請求項8に記載の搜索支援方法であって、

(d) 前記環境情報を用いて推定した前記目標位置に到達する到達日時を推定し、前記目標物情報を用いて前記到達日時における前記目標物の存在確率の分布を推定し、前記環境情報を用いて前記到達日時における推定した前記目標位置の環境を推定し、推定した前記目標物の存在確率の分布と、推定した前記目標位置の環境とを用いて、前記到達日時における、推定した前記目標位置における前記目標物の探知確率を算出する

ことを特徴とする搜索支援方法。

[請求項10]

請求項9に記載の搜索支援方法であって、

(e) 前記環境情報を用いて推定した前記目標位置に到達する到達日時を推定し、前記目標物情報を用いて前記到達日時における前記目標物の存在確率の分布を推定し、前記環境情報を用いて前記到達日時における推定した前記目標位置の環境を推定し、推定した前記目標物の存在確率の分布と、推定した前記目標位置の環境とを用いて、脅威となる前記対象物の保有するセンサの性能を示す性能情報と、推定した前記目標位置の環境とを用いて、脅威となる前記対象物からの被探知

確率を算出する

ことを特徴とする搜索支援方法。

[請求項11]

請求項10に記載の搜索支援方法であって、

(f) 推定した前記目標位置における前記探知確率と、前記探知確率の要求度とを乗算した値と、推定した前記目標位置における前記被探知確率と、前記被探知確率の要求度とを乗算した値とを乗算して、推定した前記目標位置までの移動時間に対する、移動コストを算出することを特徴とする搜索支援方法。

[請求項12]

請求項11に記載の搜索支援方法であって、

(g) 前記搜索経路、又は探知確率、又は被探知確率、又はそれらを組み合わせた表示をするための表示情報を生成することを特徴とする搜索支援方法。

[請求項13]

コンピュータに、

(a) 環境センサ部により、周囲環境を計測し計測結果に基づいて生成された環境情報と、目標物を搜索する搜索センサ部の性能を示す性能情報とを用いて、前記搜索センサ部の搜索有効範囲を推定する、ステップと、

(b) 前記環境情報と、脅威となる対象物の保有するセンサの性能を示す性能情報とを用いて、前記対象物の保有するセンサの搜索有効範囲を推定する、ステップと、

(c) 前記搜索センサ部の搜索有効範囲と、前記対象物の保有するセンサの搜索有効範囲と、前記脅威となる対象物の存在確率の分布とに基づいて、前記目標物までの搜索経路を算出する、ステップと、

を実行させる命令を含む、プログラムを記録しているコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項14]

請求項13に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記(c)のステップにおいて、前記搜索センサ部が生成した、前

記目標物について、推定した目標位置と、存在確率の分布と、移動方向と、移動速度とを有する目標物情報に基づいて、前記目標物までの搜索経路を算出する

ことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項15] 請求項14に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって

、

前記プログラムが、前記コンピュータに、

(d) 前記環境情報を用いて推定した前記目標位置に到達する到達日時を推定し、前記目標物情報を用いて前記到達日時における前記目標物の存在確率の分布を推定し、前記環境情報を用いて前記到達日時における推定した前記目標位置の環境を推定し、推定した前記目標物の存在確率の分布と、推定した前記目標位置の環境とを用いて、前記到達日時における、推定した前記目標位置における前記目標物の探知確率を算出する、ステップを実行させる命令を更に含む、

プログラムを記録しているコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項16] 請求項15に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって

、

前記プログラムが、前記コンピュータに、

(e) 前記環境情報を用いて推定した前記目標位置に到達する到達日時を推定し、前記目標物情報を用いて前記到達日時における前記目標物の存在確率の分布を推定し、前記環境情報を用いて前記到達日時における推定した前記目標位置の環境を推定し、推定した前記目標物の存在確率の分布と、推定した前記目標位置の環境とを用いて、脅威となる前記対象物の保有するセンサの性能を示す性能情報と、推定した前記目標位置の環境とを用いて、脅威となる前記対象物からの被探知確率を算出する、ステップを実行させる命令を更に含む、

プログラムを記録しているコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項17] 請求項16に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって

、

前記プログラムが、前記コンピュータに、

(f) 推定した前記目標位置における前記探知確率と、前記探知確率の要求度とを乗算した値と、推定した前記目標位置における前記被探知確率と、前記被探知確率の要求度とを乗算した値とを乗算して、推定した前記目標位置までの移動時間に対する、移動コストを算出する、ステップを実行させる命令を更に含む、

プログラムを記録しているコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項18]

請求項17に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって

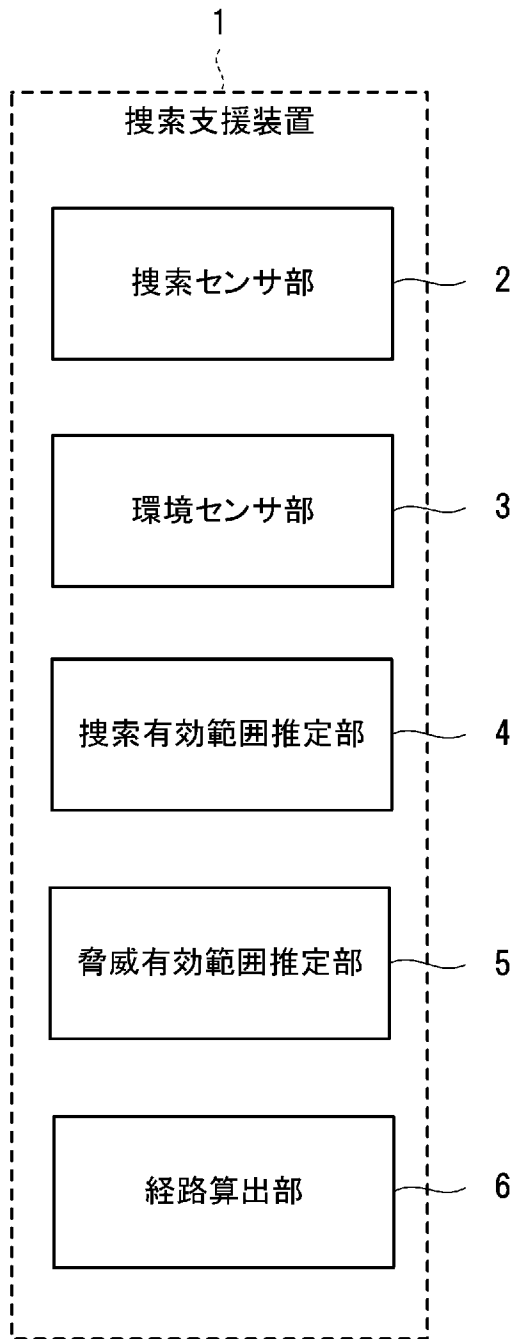
、

前記プログラムが、前記コンピュータに、

(g) 前記搜索経路、又は探知確率、又は被探知確率、又はそれらを組み合わせた表示をするための表示情報を生成する、ステップを実行させる、

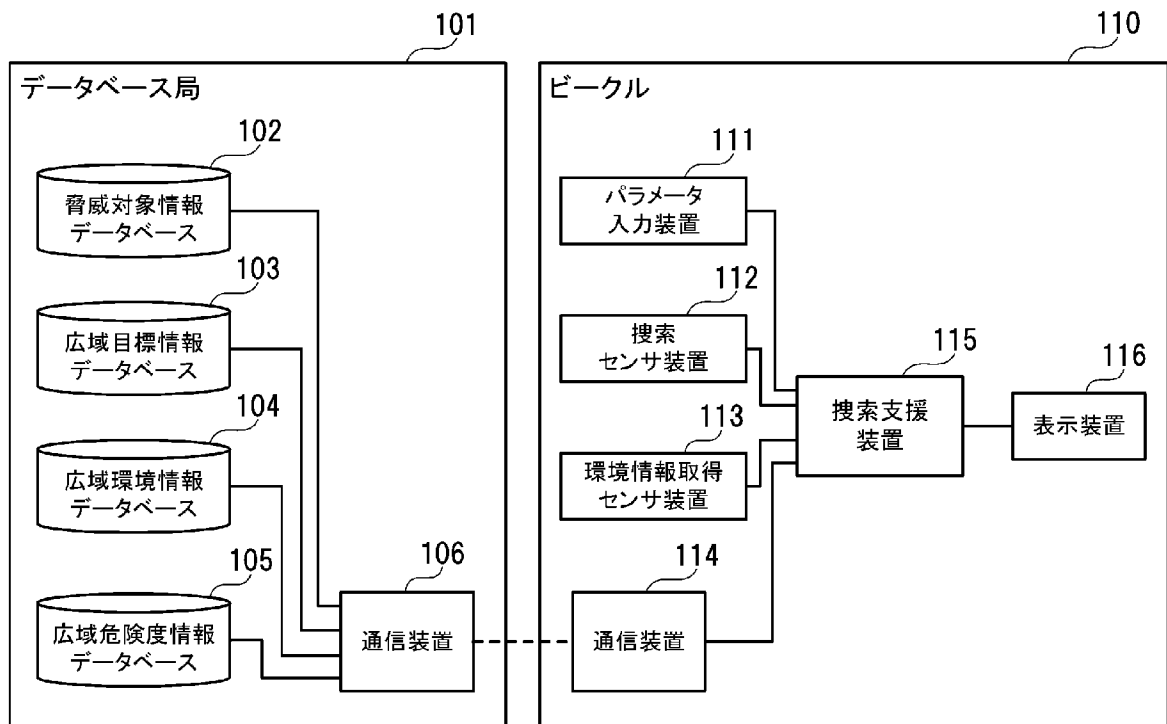
プログラムを記録しているコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[図1]

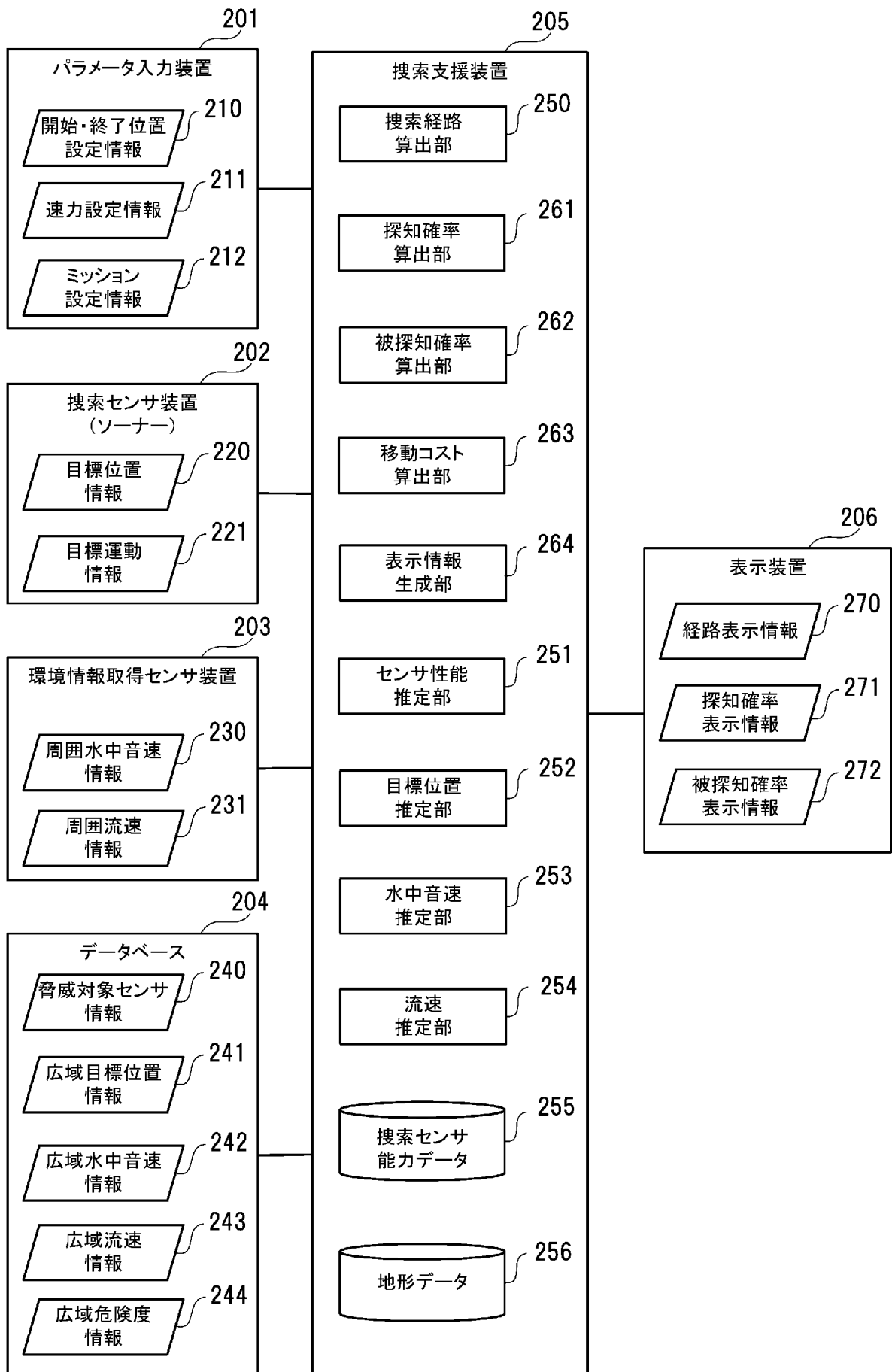


[図2]

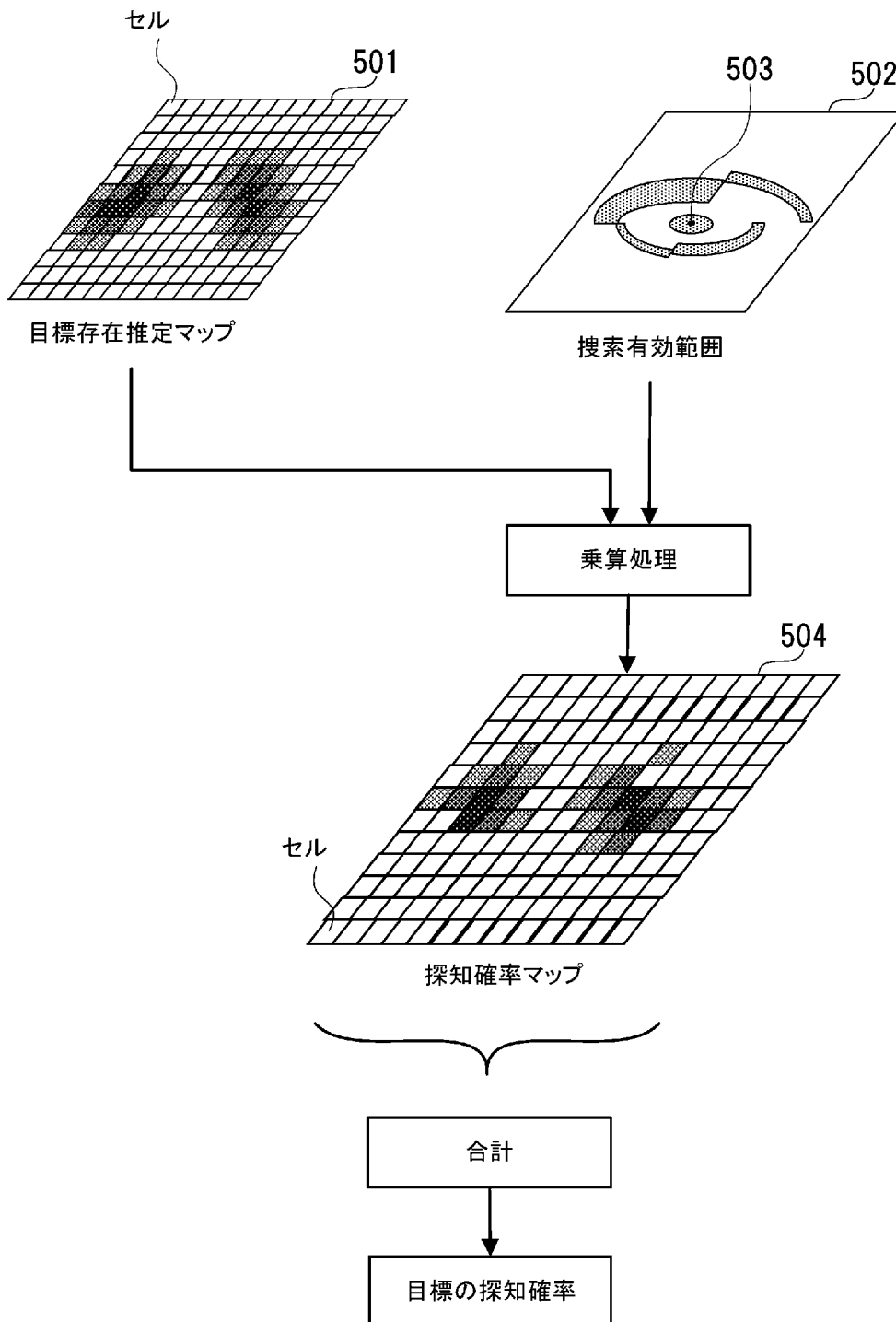
20



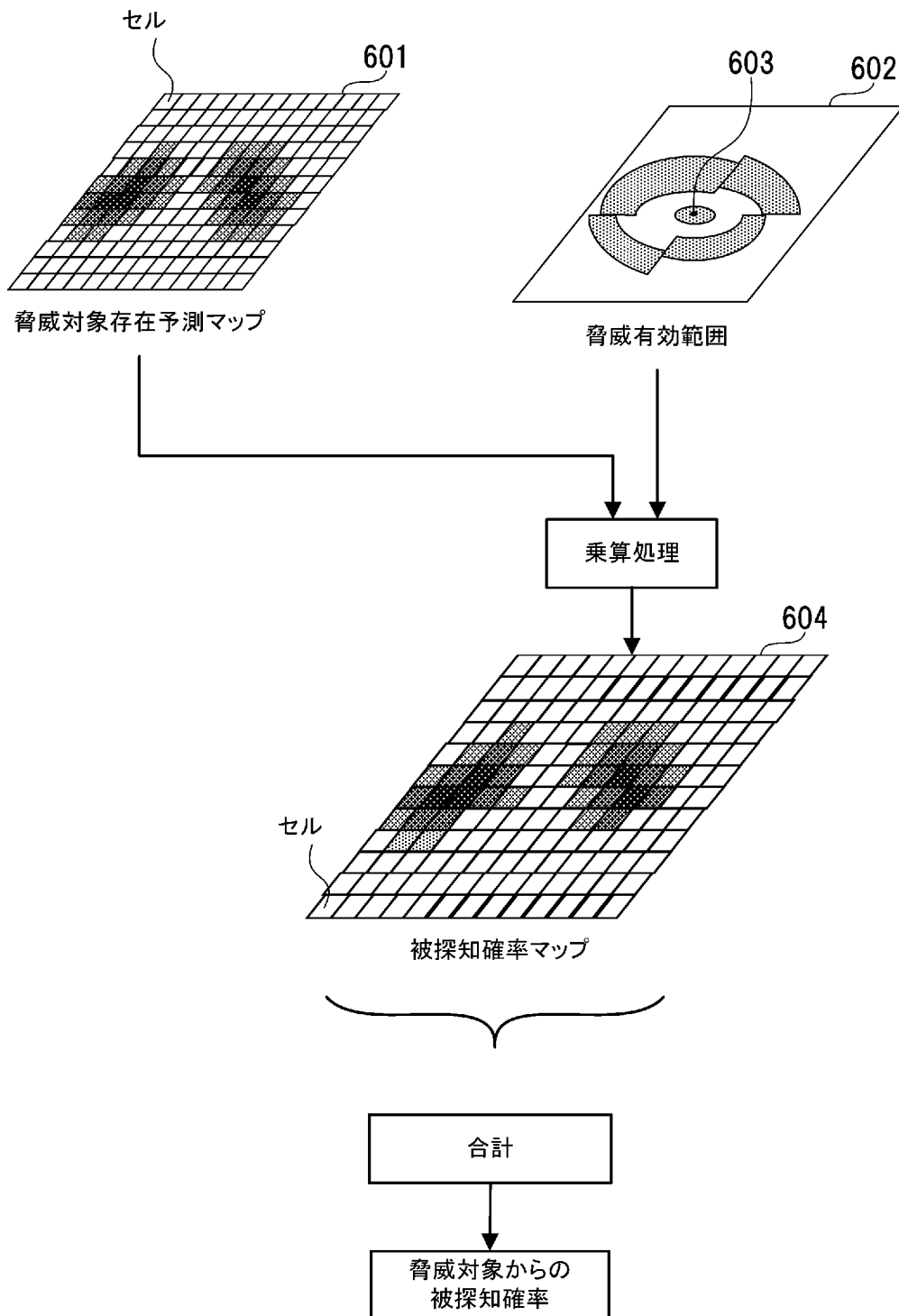
[図3]



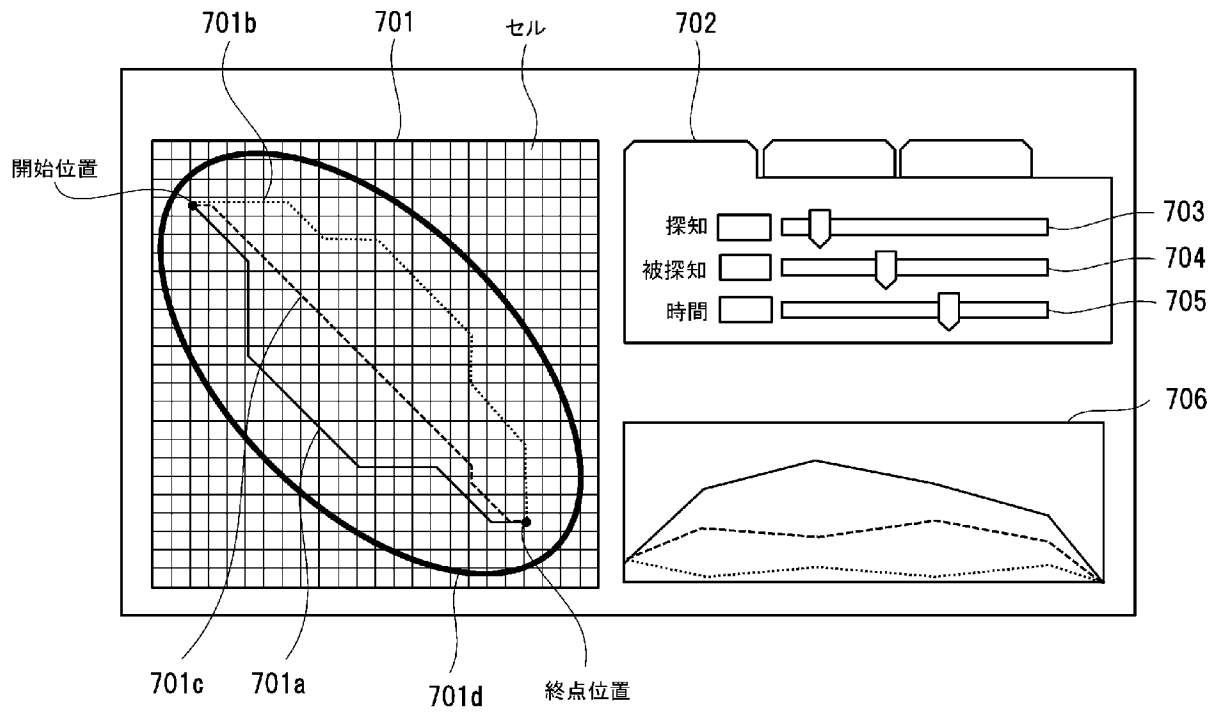
[図4]



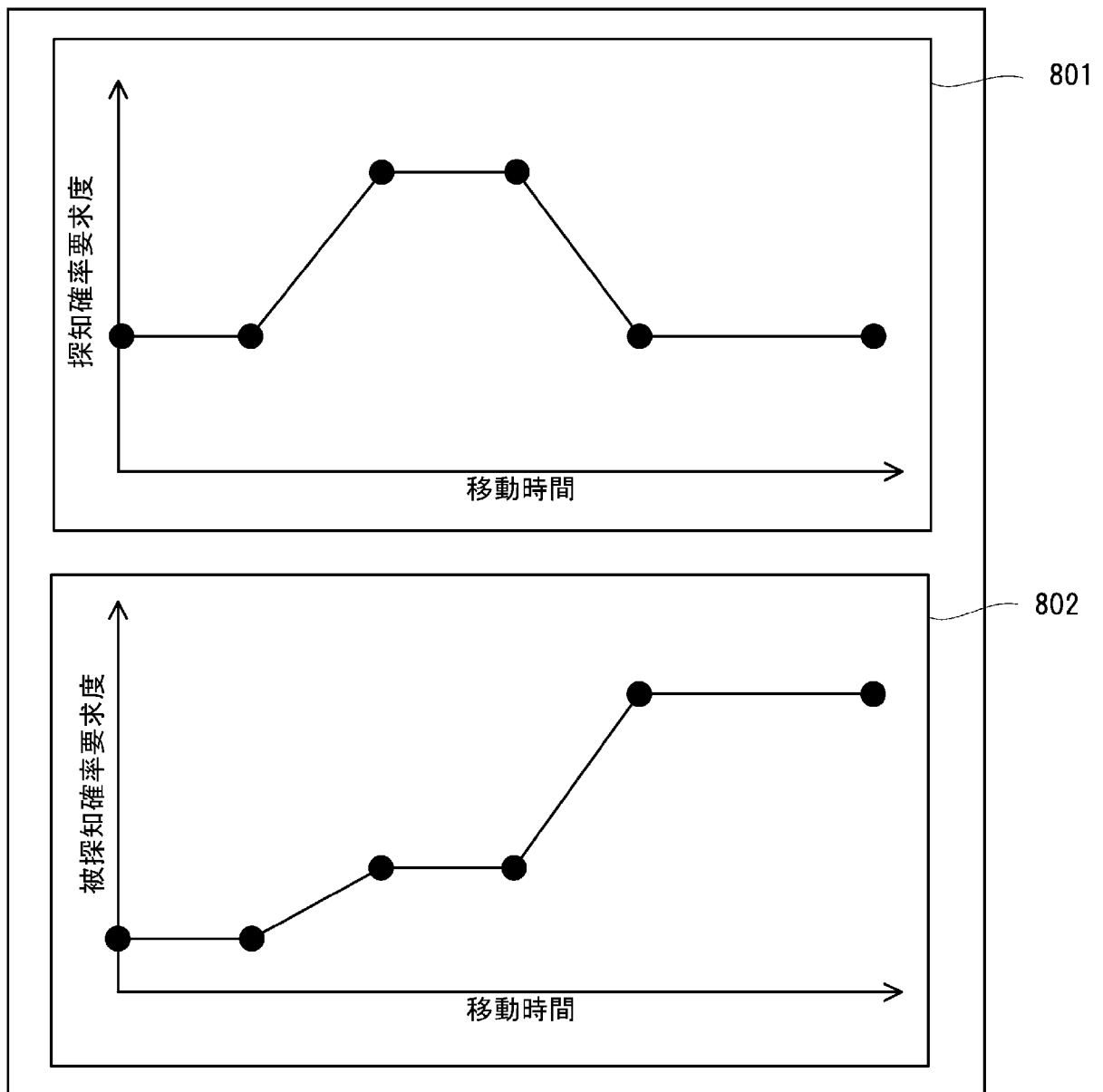
[図5]



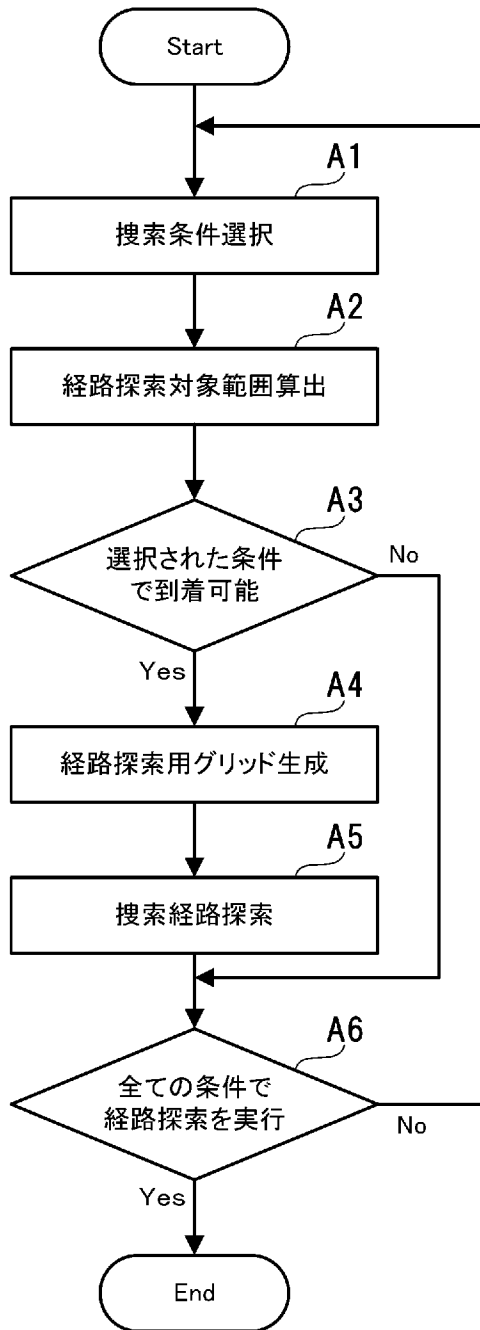
[図6]



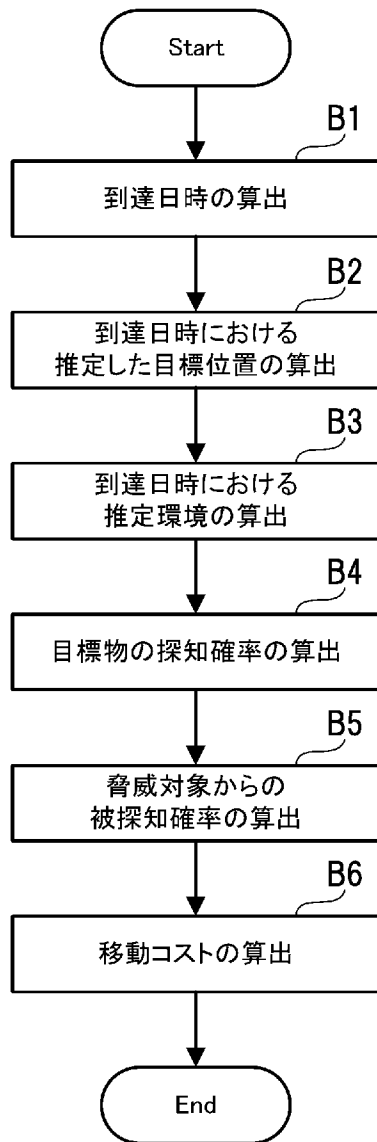
[図7]



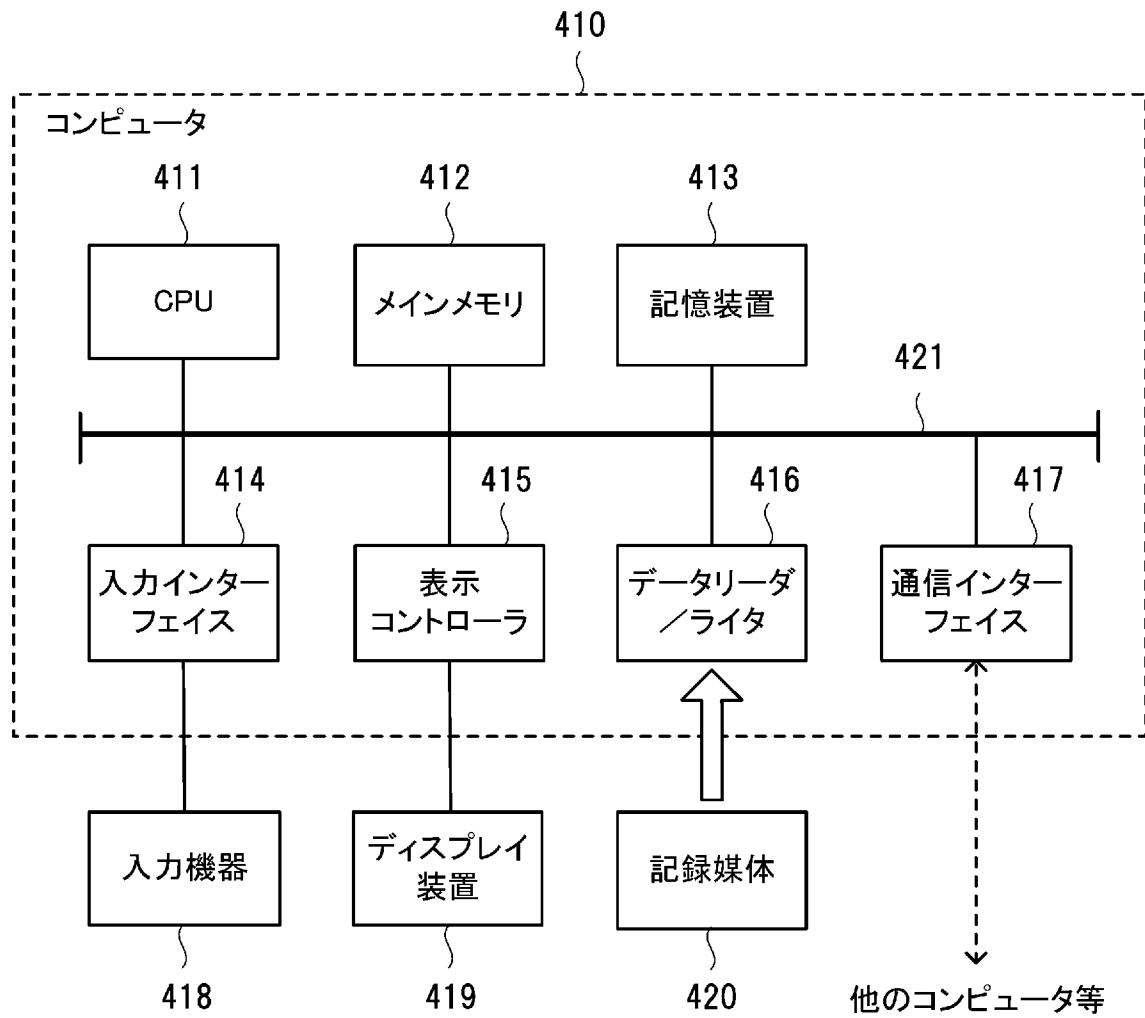
[図8]



[図9]



[図10]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No. PCT/JP2019/011300
--

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 Int.Cl. G08G3/00 (2006.01) i, B63G13/00 (2006.01) i, G01C21/20 (2006.01) i,  
 G01S15/88 (2006.01) i, G01S7/537 (2006.01) n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 Int.Cl. G08G3/00, B63G13/00, G01C21/20, G01S15/88, G01S7/537

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
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)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-190344 A (NEC CORP.) 26 September 2013, paragraphs [0020]-[0052], fig. 1-7 (Family: none)	1-18
A	JP 2018-46427 A (SUBARU CORP.) 22 March 2018, paragraphs [0015]-[0040], fig. 1-4 & US 2018/0075286 A1, paragraphs [0019]-[0078], fig. 1-4	1-18
A	JP 2000-292528 A (NEC CORP.) 20 October 2000, paragraphs [0007]-[0036], fig. 1-5 (Family: none)	1-18
A	US 2011/0299734 A1 (BODENMUELLER, Albert) 08 December 2011, paragraphs [0044]-[0111], fig. 1-4 & WO 2010/094253 A2 & DE 102009009896 A1	1-18
A	KR 10-2013-0018120 A (LIG NEX1 CO., LTD.) 20 February 2013, paragraphs [0020]-[0084], fig. 1-8 & KR 10-2013-0018121 A	1-18

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" 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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 28 May 2019 (28.05.2019)	Date of mailing of the international search report 04 June 2019 (04.06.2019)
---	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G08G3/00(2006.01)i, B63G13/00(2006.01)i, G01C21/20(2006.01)i, G01S15/88(2006.01)i, G01S7/537(2006.01)n			
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. G08G3/00, B63G13/00, G01C21/20, G01S15/88, G01S7/537			
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 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 請求項の番号	
A	JP 2013-190344 A (日本電気株式会社) 2013.09.26, 段落 [0020] - [0052], 図1-7 (ファミリーなし)	1-18	
A	JP 2018-46427 A (株式会社SUBARU) 2018.03.22, 段落 [0015] - [0040], 図1-4 & US 2018/0075286 A1, 段落 [0019] - [0078], 図1-4	1-18	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> 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 「&」 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 28.05.2019		国際調査報告の発送日 04.06.2019	
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) 鎌田 哲生	3H 4417
		電話番号 03-3581-1101 内線 3316	

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の 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 請求項の番号
A	JP 2000-292528 A (日本電気株式会社) 2000. 10. 20, 段落 [0007] - [0036], 図1-5 (ファミリーなし)	1-18
A	US 2011/0299734 A1 (BODENMUELLER, Albert) 2011. 12. 08, 段落 [0044] - [0111], 図1-4 & WO 2010/094253 A2 & DE 102009009896 A1	1-18
A	KR 10-2013-0018120 A (LIG NEX1 CO., LTD) 2013. 02. 20, 段落 [0020] - [0084], 図1-8 & KR 10-2013-0018121 A	1-18