

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関

国際事務局

(43) 国際公開日

2020年4月30日(30.04.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/085261 A1

(51) 国際特許分類:

G09B 29/00 (2006.01)

G06F 30/13 (2020.01)

G06T 11/20 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2019/041209

(22) 国際出願日:

2019年10月18日(18.10.2019)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(30) 優先権データ:

特願 2018-200184 2018年10月24日(24.10.2018) JP

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 望月 充 (MOCHIZUKI, Mitsuru); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 堤田 恭太 (TSUTSUMIDA, Kyota); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的

財産センタ内 Tokyo (JP). 松田 治 (MATSUDA, Osamu); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 瀬下 仁志 (SESHIMO, Hitoshi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

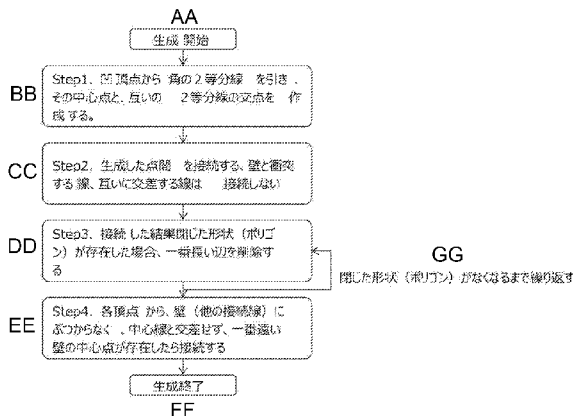
(74) 代理人: 特許業務法人太陽国際特許事務所 (TAIYO, NAKAJIMA & KATO); 〒1600022 東京都新宿区新宿4丁目3番17号 Tokyo (JP).

(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, 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,

(54) Title: CENTER LINE GENERATION DEVICE, NETWORK DATA GENERATION SYSTEM AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 中心線生成装置、ネットワークデータ生成システム、及びプログラム

【図5】



AA Start generation
BB Step 1: draw two angle bisectors from concave vertices, and generate center point therebetween and intersecting point of said two bisectors
CC Step 2: connect generated points, without connecting line colliding with wall and intersecting line
DD Step 3: delete longest side when closed shape (polygon) is formed by said connecting
EE Step 4: connect each vertex to center point of farthest wall if present without colliding with wall (other connecting line) or intersecting with center line
FF End generation
GG Repeat until closed shape (polygon) is eliminated

(57) Abstract: The present invention makes it possible to generate a center line in order to generate network data for an indoor space while suppressing computational complexity. A center line generation unit generates points where a first straight line and a second straight line which constitute center lines intersect by using concave vertices (Step 1). The points generated in Step 1 are connected by lines (Step 2). The connecting line corresponding to the longest side is repeatedly deleted from a closed polygon which is enclosed by the connecting lines obtained in Step 2 until the closed polygon has been eliminated (Step 3). Each vertex of the connecting lines obtained in Step 3 is connected to the center point of the farthest enclosing line, if present, without colliding with the passage shape-enclosing line or intersecting another connecting line (Step 4).

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: 計算量を抑えて、屋内空間のネットワークデータを生成するための中心線を生成することができる。中心線生成部は、凹角頂点を用いて、中心線を構成する第1の直線と第2の直線が交わる点を作成する(Step1)。上記Step1で作成した点間を線で接続する(Step2)。上記Step2で得られた接続線で囲われた閉多角形から、最も長い辺に対応する接続線を削除することを、閉多角形がなくなるまで繰り返す(Step3)。上記Step3で得られた接続線の各頂点から、通路の形状の枠線にぶつからず、かつ、他の接続線と交差せずに接続できる、一番遠い枠線の中心点が存在する場合に、当該頂点と中心点とを接続する(Step4)。

明 細 書

発明の名称：

中心線生成装置、ネットワークデータ生成システム、及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、屋内空間のネットワークデータを生成するための中心線を生成する中心線生成装置、ネットワークデータ生成システム、及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来より、ネットワークデータの元となる中心線を生成する従来技術として、ドロネ三角形分割の特性を利用する方法（非特許文献１）やボロノイ図の特性を利用する方法（非特許文献２）が知られている。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献１：Filippo Mortari, “Automatic Extraction of Improved Geometrical Network Model from CityGML for Indoor navigation”, <インターネット検索：https://3d.bk.tudelft.nl/pdfs/FilippoMortari_thesis.pdf
検索日：2018/10/05>

非特許文献２：奥秋 恵子, “道路形状ポリゴンを用いた、道路幅員ネットワークデータの自動生成”, <インターネット検索：https://www.gisa-japan.org/conferences/proceedings/2012/papers/D-1-4.pdf 検索日：2018/10/05>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記非特許文献１、２に記載のどちらの手法でも、生成した中心線に不要な部分が存在するため、それらの補正処理に時間がかかってしまうという課題がある。

[0005] 本発明は、上記の事情を鑑みてなされたものであり、計算量を抑えて、屋

内空間のネットワークデータを生成するための中心線を生成することができる中心線生成装置、ネットワークデータ生成システム、及びプログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するために、本発明に係る中心線生成装置は、2次元ベクトルデータで表現された屋内空間における移動可能領域である通路の中心線を生成する中心線生成装置であって、少なくとも、前記2次元ベクトルデータを構成する要素である凹角頂点を用いて、前記屋内空間における通路の枠線と交差せず、かつ複数の直線で構成された連続する中心線を生成する中心線生成部を含んで構成されている。

[0007] また、本発明に係るネットワークデータ生成システムは、上記の中心線生成装置と、前記簡素化された前記中心線に基づいて、前記通路を表すリンクおよび前記リンクの起点若しくは終点となるノードからなるネットワークデータを生成するネットワークデータ生成装置と、を含んで構成されている。

[0008] また、本発明のプログラムは、コンピュータを、上記の中心線生成装置を構成する各部として機能させるためのプログラムである。

発明の効果

[0009] 以上説明したように、本発明の中心線生成装置、ネットワークデータ生成システム、及びプログラムによれば、計算量を抑えて、屋内空間のネットワークデータを生成するための中心線を生成することができる、という効果が得られる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の実施の形態におけるネットワークデータ生成システムのブロック図である。

[図2]本発明の実施の形態における中心線生成装置のブロック図である。

[図3]屋内空間の通路の形状の例を示す図である。

[図4] (A) 凹角頂点が存在する形状における中心線の例を示す図、及び (B) 内枠が存在する形状における中心線の例を示す図である。

[図5]中心線の生成ロジックを示すフローチャートである。

[図6]中心線生成対象となる通路の形状の例を示す図である。

[図7]形状の凹角頂点を抽出した結果と凹角頂点の二等分線を引いた結果の例を示す図である。

[図8]凹角頂点の二等分線の中点、及び凹角頂点の二等分線同士の交点の例を示す図である。

[図9]点を総当たりで接続した結果の例を示す図である。

[図10]接続した線の例を示す図である。

[図11]閉多角形となっている線の組合せの内、一番長い線を抽出した結果の例を示す図である。

[図12]抽出した一番長い線を削除した結果の例を示す図である。

[図13]残った接続線の各頂点と形状の枠線の各辺の中心点とを接続した結果の例を示す図である。

[図14]抽出した接続線と残った候補線の例を示す図である。

[図15]凹角頂点が1つの場合の中心線の例を示す図である。

[図16]屋内空間の通路の複雑な形状の例を示す図である。

[図17]グリッド分割の結果の例を示す図である。

[図18]グリッド間の中心線を接続する方法を説明するための図である。

[図19]グリッド間の中心線を接続する際に、外枠を迂回する中心線を生成する方法を説明するための図である。

[図20]グリッド間の中心線を接続する際に、内枠を迂回する中心線を生成する方法を説明するための図である。

[図21]グリッド分割をせずに生成した中心線の例を示す図である。

[図22]グリッド分割を行って生成した中心線の例を示す図である。

[図23]本発明の実施の形態における中心線生成装置の中心線生成処理ルーチンを示すフローチャートである。

[図24]ドロネ三角形分割の特性を利用して中心線を生成する方法を説明するための図である。

[図25]ボロノイ図の特性を利用して中心線を生成する方法を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

[0012] <概要>

まず、ドロネ三角形分割の特性を利用して中心線を生成する方法について説明する。ドロネ三角形分割の特性を利用した方法では、元形状をドロネ三角形分割し、その重心同士をつなぐことで中心線を生成する。

[0013] 具体的には、図24（A）に示すように、ドロネ三角形分割法を用いて三角形分割し、形状外の三角形が存在していたら再計算する。そして、図24（B）に示すように、三角形の重心にノードを生成する。

[0014] そして図24（C）に示すように、ノードを間引く。このとき、つないだ結果、直線に近いノードを除去する。そして、図24（D）に示すように、ノード間にリンクを生成する。このように、ドロネ三角形分割の特性を利用して中心線を生成する方法では、生成アルゴリズムの特性上、元形状の複雑さによって、ネットワークデータの生成コストが高くなる傾向にある。さらに、元形状によっては、再計算が繰り返され、時間がかかることが実証の結果明らかとなった。

[0015] 次に、ボロノイ図の特性を利用して中心線を生成する方法について説明する。ボロノイ図の特性を利用した方法では、元形状の辺上に、一定間隔の点をうち、その点群からボロノイ多角形を生成する。このとき、隣り合う多角形同士を融合し、融合した多角形の辺のうち元形状の内部にある辺を中心線とする。

[0016] 具体的には、図25（A）に示すように、形状の枠線に対して、等間隔に点を生成する。そして、図25（B）に示すように、生成した点に対して、ボロノイ多角形を生成する。

[0017] そして、図25（C）に示すように、各ボロノイ多角形の辺のうち元形状の枠線と交差しない辺を中心線とする。また、図25（D）に示すように、

重複する線分の除去や頂点の間引きを行い、中心線を簡素化する。

[0018] このように、ボロノイ図の特性を利用して生成した中心線は、生成アルゴリズムの特性上、元形状の複雑さによって、ネットワークデータの生成コストが高くなる傾向にある。

[0019] 上述したように、ドロネ三角形分割の特性を利用した手法も、ボロノイ図の特性を利用した手法も、生成した結果そのままでは、経路探索などのネットワークとして利用するには無駄なノードやリンクを多く含んでいる。従って、中心線を生成した後に、経路探索のネットワークデータとするための必要最低限の補正（ドロネ三角形分割の特性を利用した手法におけるノードの間引き、ボロノイ図の特性を利用した手法における重複線の除去やノードの間引き）処理も時間を要することになる。

[0020] そこで、本発明の実施の形態に係る中心線生成装置では、従来の手法と比較して、入力データの屋内空間の形状に大きく依存せず、再計算を不要とし、生成コストを抑えて、ネットワークデータを生成できるようにする。

[0021] 具体的には、屋内空間のネットワークデータを生成するために、屋内空間の通路の形状を入力として、その形状の特徴を利用して、ネットワークデータの元となる中心線を生成する。

[0022] ここで、生成される中心線は、入力する屋内空間の通路の形状の枠線と交差せず、かつ、その形状の任意の内部の位置から直線でつなげることができる途切れのない線となる。また、入力する屋内空間形状の凹角頂点に着目し中心線を生成することで、生成される中心線は、入力する屋内空間の通路の形状の枠線と交差せず、かつ、その形状の任意の内部の位置から直線でつなげることができる途切れのない線であることを満たす。

[0023] また、入力する屋内空間形状の面積が大きい場合や頂点数が多い場合は、グリッドに分割し、グリッド毎に中心線を生成したうえで、各グリッドの中心線を接続し、一つの中心線を生成することで、生成コストを抑える。

[0024] また、各グリッド間の中心線を接続する際に、通路の枠線と交差してしまう場合は、迂回する中心線を生成することで、入力する屋内空間の形状の枠

線と交差せず、かつ、その形状の任意の内部の位置から直線でつなげることができる途切れのない線であることを満たす。

[0025] <本発明の実施の形態に係るネットワークデータ生成システムの構成>

図1は、本発明の実施の形態に係るネットワークデータ生成システム100の構成を示すブロック図である。

[0026] 一般的に、中心線の生成のために、建築設計時に作成する2Dの建築用CAD (computer-aided design) データや、BIM (Building Information Modeling) データに含まれる3Dモデルといったデジタルベクトルデータを利用する。

[0027] ここで、建築用CADは、建物や構造物などの建築物の立体を平面図・立面図・断面図、あるいは透視図等の図面を作成するソフトウェアである。建築用CADでは、レイヤ定義を有し、一般的に、壁や廊下のほか、柱、店舗、トイレ、エスカレータなどをレイヤで分けて管理することができる。

[0028] また、BIMは、3次元の建物形状および属性情報が含まれるデジタルモデルを管理するものである。BIMでは、クラス定義を有し、BIMデータの一つのフォーマットであるIFC (Industry Foundation Classes) では、階層、空間、階段、ドア、柱などの構造物毎に定義付けられている。

[0029] BIMデータを利用する際は、階層毎に水平投射することで、2Dのベクトルデータとして扱う。

[0030] また、入力データは、部屋や通路や、出入口、階段、エレベータなどの形状があらかじめレイヤやクラス定義などで意味付けられて管理されているものとする。

[0031] 本発明の実施形態に係るネットワークデータ生成システム100は、この入力データを記憶する屋内空間データ記憶装置10と、入力データから中心線を生成する中心線生成装置20と、その結果を格納する中心線データ記憶装置30と、生成された中心線からネットワークデータを自動生成するネットワークデータ生成装置40と、生成したネットワークデータを記憶するネ

ットワークデータ記憶装置 50 とを含む。

[0032] <中心線生成装置の構成>

次に、中心線生成装置 20 の構成について説明する。図 2 に示すように、中心線生成装置 20 は、CPU と、RAM と、後述する各処理ルーチンを実行するためのプログラムや各種データを記憶した ROM と、を含むコンピュータで構成することが出来る。この中心線生成装置 20 は、機能的には図 2 に示すように、入力部 22 と、演算部 24 と、出力部 26 を備えている。

[0033] 入力部 22 は、屋内空間データ記憶装置 10 から、2次元ベクトルデータで表現された屋内空間における移動可能領域である通路を表す入力データを受け付ける。

[0034] ここで、通路とは、部屋と部屋を移動するための空間である。空間に接続している出入口数が 2 つ以上、かつ、空間の形状が凹回（穴あき）多角形の場合、通路に該当する。

[0035] 演算部 24 は、図 2 に示すように、グリッド分割部 240、中心線生成部 242、及び中心線接続部 244 を備えている。

[0036] グリッド分割部 240 は、入力データにおける 2次元ベクトルデータで表現された屋内空間を所定の大きさのグリッドに分割する。グリッド分割部 240 の処理の詳細については後述する。

[0037] 中心線生成部 242 は、グリッドごとに、少なくとも、2次元ベクトルデータを構成する要素である凹角頂点を用いて、屋内空間における通路の枠線と交差せず、かつ複数の直線で構成された連続する中心線を生成する。

[0038] 中心線接続部 244 は、グリッドごとに生成された中心線を接続する。中心線接続部 244 の処理の詳細については後述する。

[0039] <中心線生成部 242 による処理の詳細>

中心線生成部 242 では、屋内空間のネットワークデータを生成するために必要となる中心線を生成する。まず、ネットワークデータを生成するために、なぜ、中心線が必要となるのかを示す。例えば、図 3（A）～（C）で示す形状を用いて説明する。

[0040] 図3（A）で示す形状は、凹角が存在しないため、例えば、外枠の任意の位置に出入口が複数存在していても、その出入口間は直線で接続することができるため、中心線は不要である。

[0041] しかし、図3（B）で示す形状は凹角が存在するため、出入口の位置によってはその出入口間を直線で接続することができない場合がある。すわなち、接続した線が形状の外側に出てしまったり、形状の外枠と交差する場合、ネットワークデータとして誤りになってしまう。

[0042] また、図3（C）で示す形状は内枠が存在するため、出入口の位置によってはその出入口間を直線で接続することができない場合がある。すわなち、接続した線が形状の内枠と交差する場合、ネットワークデータとして誤りになってしまう。

[0043] 従って、中心線生成装置20の入力データとなる屋内空間データの通路の形状が凹角を持つ場合と、内枠を持つ場合は、中心線を生成することで、出入口間で接続した線が形状の外側に出てしまったり、形状の外枠と交差したり、接続した線が形状の内枠と交差することを防ぐ。

[0044] 図4（A）、（B）で示す通り、出入口は形状に対する中心線を経由することで、外枠の外に出ず、外枠と交差せず、内枠と交差しない通路のネットワークデータを導出することができるようになる。

[0045] ここで、形状に対する中心線を生成するアルゴリズムには、従来、ドロネ三角形分割の特性を利用する方法（非特許文献1）や、ボロノイ図の特性などを利用するアルゴリズム（非特許文献2）が存在するが、どちらの方式も、上述した通り、形状の面積の大きさや、形状の複雑さ（頂点数）に大きく依存するアルゴリズムであり、実データに対して適用するには生成コスト的に厳しいことが、実証の結果、明らかとなった。

[0046] 従って、中心線生成部242は、この中心線を生成する際の形状の複雑さに大きく依存しない生成ロジックを用いて中心線を生成する。この生成ロジックを図5に示し、生成ロジックの各Stepの中心線生成の遷移を図6～14に示す。

[0047] Step1では、凹角頂点を用いて、中心線を構成する第1の直線と第2の直線が交わる点を作成する。具体的には、凹角頂点の各々から角の2等分線を引き、凹角頂点の角の二等分線の中心点、及び、凹角頂点の各々の二等分線が交わる点を、中心線を構成する第1の直線と第2の直線が交わる点として作成する。

[0048] 例えば、図6に示す中心線生成対象となる屋内空間の通路の形状から、図7に示すように、形状の凹角頂点（図7の丸印）を抽出し、凹角頂点の角の二等分線を、形状の枠線と交差するまで引いた線（図7の太線）を抽出する（Step1-1）。

[0049] そして、図8に示すように、Step1-1で抽出した線（図8の太線）の中点と、二等分線同士の交点とを抽出する（図8の丸印、Step1-2）。

[0050] Step2では、上記Step1で作成した点間を線で接続する。このとき、通路の形状の枠線と交差する場合や、他の線と交差する場合には、線で接続しない。

[0051] 例えば、図9に示すように、Step1-2で抽出した点（図9の丸印）を総当たりで接続している（図9の太線、Step2-1）。その際、通路の形状の枠線と交差する場合、及び既に接続している線（図9の太線）と交差する場合は接続しない。これにより、図10に示すように、Step2-1で接続した接続線（図10の太線）が得られる（Step2-2）。

[0052] Step3では、上記Step2で得られた接続線で囲われた閉多角形から、最も長い辺に対応する接続線を削除することを、閉多角形がなくなるまで繰り返す。

[0053] 例えば、図11に示すように、Step2-2で得られた接続線（図11の太線）のうち、閉多角形となっている接続線の組合せを抽出し、その組み合わせの内、一番長い接続線（図11の破線）を抽出する（Step3-1）。

[0054] そして、図12に示すように、Step3-1で抽出した一番長い接続線（図11の破線）を除去する（Step3-2）。

[0055] Step4では、上記Step3で得られた接続線の各頂点から、通路の形状の枠線

にぶつからず、かつ、他の接続線と交差せずに接続できる、一番遠い枠線の中心点が存在する場合に、当該頂点と中心点とを接続する。このとき、中心点と頂点との距離より近い他の接続線が存在した場合は、当該頂点と中心点とを接続しない。

[0056] 例えば、図13に示すように、Step3-2で残った接続線（図13の太線）の頂点を抽出し、その各頂点と、形状の枠線（外枠）の各辺の中心点（図13の黒丸）とを接続する（Step4-1）。その際、通路の形状の枠線と交差する場合や、既に接続している接続線（図13の太線）と交差する場合は接続しない。

[0057] また、Step3-2で残った接続線の頂点毎に、辺の中心点との接続線のうち、一番長い接続線のみを候補線として抽出する（図13の破線）。ただし、その候補線（破線）の頂点である辺の中心点と、既に接続している接続線（太線）との最短距離が、当該候補線（破線）の長さより短い場合は、当該候補線を除去し、そうでない場合は当該候補線を残す。

[0058] そして、図14に示すように、Step3-2にて抽出した接続線（図14の太線）とStep4-1で残った候補線（図14の破線）が得られる（Step4-2）。これが、中心線生成対象の屋内空間の通路の形状に対して本実施の形態の生成ロジックで生成した中心線となる。

[0059] なお、通路の形状に凹角頂点が1つしか存在しない場合、接続線が生成されない。その場合は、図15に示すように、凹角頂点の二等分線の中心点（図15の白丸）から、凹角頂点（図15の黒丸）をなす2つの枠線の辺A，Bと平行な線C，Dを生成して、中心線とすれば良い。

[0060] <グリッド分割部240及び中心線接続部244の処理の詳細>

本実施の形態の生成ロジックの場合、通路の形状の特徴となる凹角頂点のみに着目するため、従来の手法と比べ、大幅に生成コストを削減することができる。

[0061] この手法により、1万点ほどの頂点を持った多角形からの中心線生成コストについて、従来の方式では数日たっても中心線を生成できなかったのに対

し、上記の生成ロジックを用いると18時間で中心線が生成できることが明らかとなった。

[0062] しかし、上記のStep3における「接続線で囲われた閉多角形から、最も長い辺に対応する接続線を削除する」ことは、生成した接続線の総当たりで閉多角形を探索する必要がある。

[0063] また、Step4における「接続線の各頂点から、通路の形状の枠線にぶつからず、かつ、他の接続線と交差せずに接続できる、一番遠い枠線の中心点が存在する場合に、当該頂点と中心点とを接続する」は、生成した中心線の頂点と、通路の形状の枠線のうち外枠の各辺との総当たりで探索する必要がある。

[0064] 従って、生成済みの中心線の数や、形状の枠線の辺の数に依存して、コストが大きくなる恐れがある。

[0065] そこで、本実施の形態では、中心線の生成ロジックを用いた中心線の生成コストの改善手法を用いる。

[0066] 上記で述べた通り、中心線の生成ロジックは、凹角頂点に着目することで生成コストを抑える考慮はあるものの、元形状によっては、生成コストを要する可能性を含んでいる。

[0067] 従って、生成コストを要する場合（例えば、図16に示すように元形状の頂点数が多い場合や面積が大きい場合など）であっても生成コストを抑えるために、グリッド分割部240は、図17に示すように、屋内空間の通路の形状をグリッドで小さい単位に分割し、中心線生成部242は、その小さい単位のグリッド毎に、上記の中心線生成ロジックを適用して中心線を生成し、中心線接続部244は、各グリッド間の中心線同士を接続する。これにより、図18（A）に示すように、グリッド毎に中心線を生成するため、頂点と中心点が減り、生成コストが下がる。

[0068] 中心線接続部244は、グリッドごとに生成された中心線を接続する。具体的には、グリッド切断面の両側それぞれに対し、グリッド切断面の中心点（図18（B）参照）と、既に生成されている中心線の一番近い頂点とを接

続する。これにより、グリッド間の中心線が必ずつながるように、グリッド切断面の中心点を頂点とする中心線を必ず生成することができ、切れ目のない一つの中心線を生成することができる。

[0069] ここで、グリッド間の切断面の中心点と中心線を接続する際に、通路の形状の枠線と交差してしまつては、中心線の意味を失ってしまう。従つて、そのような場合は、迂回する中心線を生成することで、接続した中心線が形状の枠線と交差することを防ぐ。

[0070] 具体的には、図19(A)に示すように、グリッド間の切断面の中心点と、一番近い中心線の頂点と接続したときに、外枠と交差する場合には、図19(B)に示すように、外枠を、切断面の中心点と中心線の頂点とをつないだ線Eで切り、当該線Eと外枠とで形成された、閉じた多角形の形状に対して、大きくするように、多角形の各辺に対して所定距離離れた線Fで囲んだ形状を生成する。そして、図19(C)に示すように、生成した形状の辺のうち、切った当該線Eと平行な線でない辺G、H、Iを採用して、外枠を迂回する中心線を生成する。

[0071] また、図20(A)に示すように、グリッド間の切断面の中心点と、一番近い中心線の頂点と接続したときに、内枠と交差する場合には、図20(B)に示すように、内枠を、切断面の中心点と中心線の頂点とをつないだ線Jで切り、当該線Jと内枠とで形成された、2つの閉じた多角形の形状のうち、面積の小さいほうの多角形の形状に対して、大きくするように、多角形の各辺に対して所定距離離れた線Kで囲んだ形状を生成する。そして、図20(C)に示すように、生成した形状の辺のうち、切った当該線Jと平行な線でない辺L、M、Nを採用して、内枠を迂回する中心線を生成する。

[0072] また、グリッド内の中心線が存在しない（グリッド内の形状に凹角頂点が存在しない）場合は、グリッド内の通路の形状の重心と、グリッド間の切断面の中心点を接続すれば良い。

[0073] 本実施の形態では、上述したようにグリッドに分割する手法により、1万点ほどの頂点を持った多角形からの中心線生成コストについて、例えば、グ

リッド分割しない場合は18時間かかっていたのが、本実施の形態の手法にて10×10に分割し、100個のグリッドに分割したところ、中心線が切れることなく、計算時間を2分30秒程度まで削減できることを確認した。更に、グリッド分割せずに中心線を生成した場合の中心線（図21参照）と、グリッド分割後に中心線同士を接続した場合の中心線（図22参照）とを比較しても大きく形状は異なっていないことが確認できた。

[0074] <ネットワークデータ生成装置40の構成>

本発明の実施の形態に係るネットワークデータ生成装置40では、入力データから、階層毎に、屋内空間の一部である対象空間の各々を、部屋、通路、出入口、階の接続に振り分けると共に、生成された中心線に基づいて、中心線の頂点、交点にノードを生成し、そのノード間をリンクで接続することで、通路を表すリンクおよびリンクの起点若しくは終点となるノードからなる、屋内空間のネットワークデータを自動生成する。

[0075] 具体的には、対象空間を、入力データが持つクラスやレイヤ定義、形状に付けられた名称や属性情報により振り分け可能な場合は、階層毎に部屋、通路、出入口、階の接続に振り分ける。

[0076] ここで、部屋は、ナビゲーションポイントの目的地となり得る空間である。空間に接続している出入口数が1つの場合、部屋に該当する。また、空間の形状が、凸多角形の場合、部屋に該当する。

[0077] また、空間は、屋内空間を意味のある単位（通路、部屋）に分割した領域である。また、空間は、ネットワークデータの生成対象となる移動可能な領域である。

[0078] また、出入口は、空間と空間とを接続する場所（ドア、壁無し）であり、階の接続は、屋内空間の階層間を接続する場所（階段、エレベータ、エスカレータ等）である。

[0079] また、リンクは、移動体（人、車いす、ベビーカー、ロボット、ドローン等）がリンク上を移動可能であることを想定し、移動可能な領域に引かれる線である。リンクの両端は必ずノードであり、リンクは、向き、長さという

基本的な属性情報に加え、高さ、幅、段差、段数、手すり有といった移動可能領域の特徴を属性情報として持つことができる。また、リンクの途中で分岐がある場合や、リンクの向きを変える場合には、その起点となる点にノードを打ち、リンクを分割する。

[0080] ノードは、リンクの起点、もしくは終点となる点である。リンクの向きを変える（カーブを作成する）、リンクを分岐させる、などの場合にノードが生成されるほか、出入口の最寄りにナビゲーションポイントを設けたい場合などには、意図的にリンクの途中にノードを打って、リンクを分割する場合がある。

[0081] また、ネットワークデータを生成する際に、入力データがもつ属性情報を付加することで、より、利用価値が高いデータを効率的に自動生成することができる。

[0082] ここで、入力データがもつ属性情報には、「部屋」、「通路」、「出入口」、「階の接続」に直接属性情報として含まれる情報や、直接的に含まれていないがそれらの形状の近傍や内部に含まれる形状（例えば、階段における手すりや、トイレにおける便器の数など）や、その形状がもつ属性情報（例えば、空間における床面の素材など）を自動的に抽出することで得られる情報も含まれる。

[0083] 属性情報を付加する際、同一の属性情報を複数のネットワークデータに付加する場合は、別途、POIを生成して、そのIDを属性情報に付加することで、データ量を削減することもできる。ここで、POIはPoint of Interestの略であり、空間（店舗、部屋、トイレ等）が持つ形状に対する代表点と、その属性とを管理するものである。

[0084] <本発明の実施の形態に係る中心線生成装置の作用>

次に、本発明の実施の形態に係る中心線生成装置20の作用について説明する。

[0085] まず、2次元ベクトルデータで表現された屋内空間における移動可能領域である通路を表す入力データが、屋内空間データ記憶装置10に格納されて

いる。そして、屋内空間データ記憶装置 10 に格納されている入力データを、入力部 22 によって受け付けると、中心線生成装置 20 は、図 23 に示す中心線生成処理ルーチンを実行する。

[0086] まず、ステップ S 100 において、入力データに基づいて、2次元ベクトルデータで表現された屋内空間を所定の大きさのグリッドに分割する。

[0087] そして、ステップ S 102 において、グリッド毎に、上記図 5 に示す生成ロジックに従って、当該グリッド内の通路の中心線を生成する。

[0088] ステップ S 104 では、グリッドごとに生成された中心線を接続して、切れ目のない一つの中心線を生成し、出力部 26 により、中心線データ記憶装置 30 に格納して、中心線生成処理ルーチンを終了する。

[0089] 以上説明したように、本発明の実施の形態に係る中心線生成装置によれば、少なくとも、屋内空間の通路を表現する 2次元ベクトルデータを構成する要素である凹角頂点を用いて、屋内空間における通路の枠線と交差せず、かつ複数の直線で構成された連続する中心線を生成することにより、計算量を抑えて、屋内空間のネットワークデータを生成するための中心線を生成することができる。

[0090] また、本発明の実施の形態に係るネットワークデータ生成システムによれば、中心線の生成における計算量を抑えることにより、計算量を抑えて、屋内空間のネットワークデータを生成することができる。

[0091] なお、本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲内で様々な変形や応用が可能である。

[0092] 例えば、入力する屋内空間形状の面積が小さい場合や頂点数が少ない場合には、グリッド分割せずに中心線を生成してもよい。

[0093] また、上述の中心線生成装置 20 は、内部にコンピュータシステムを有しているが、「コンピュータシステム」は、WWWシステムを利用している場合であれば、ホームページ提供環境（あるいは表示環境）も含むものとする。

[0094] また、本願明細書中において、プログラムが予めインストールされている

実施形態として説明したが、当該プログラムを、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に格納して提供することも可能であるし、ネットワークを介して提供することも可能である。

符号の説明

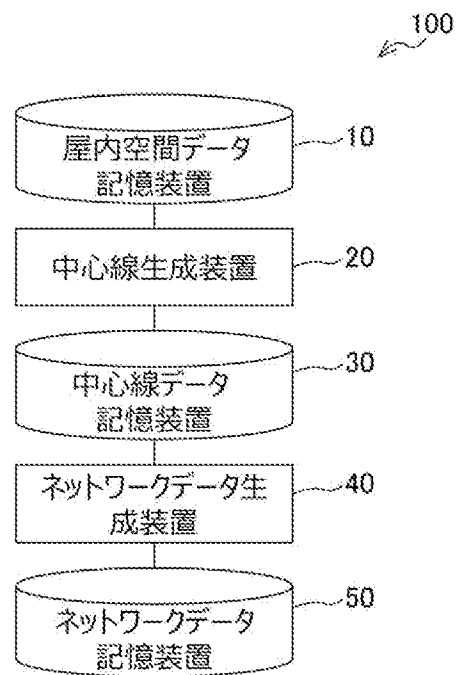
- [0095] 1 0 屋内空間データ記憶装置
2 0 中心線生成装置
2 2 入力部
2 4 演算部
2 6 出力部
3 0 中心線データ記憶装置
4 0 ネットワークデータ生成装置
5 0 ネットワークデータ記憶装置
1 0 0 ネットワークデータ生成システム
2 4 0 グリッド分割部
2 4 2 中心線生成部
2 4 4 中心線接続部

請求の範囲

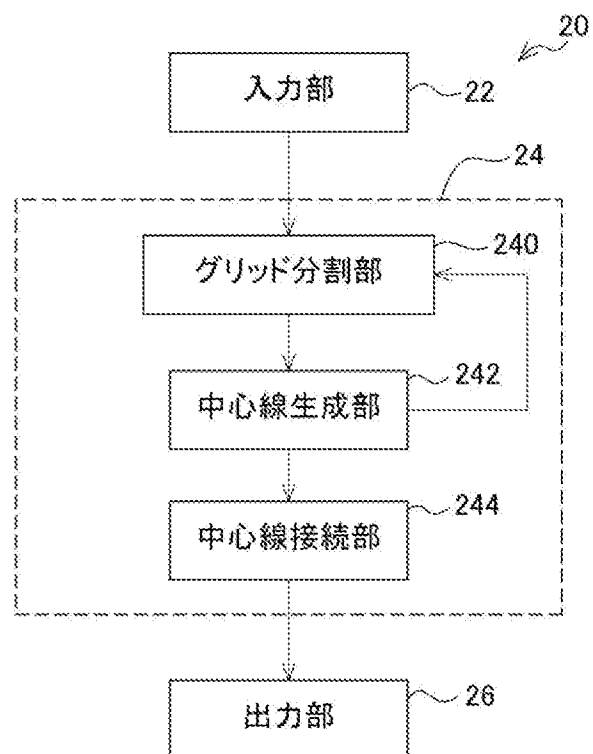
- [請求項1] 2次元ベクトルデータで表現された屋内空間における移動可能領域である通路の中心線を生成する中心線生成装置であって、
- 少なくとも、前記2次元ベクトルデータを構成する要素である凹角頂点を用いて、前記屋内空間における通路の枠線と交差せず、かつ複数の直線で構成された連続する中心線を生成する中心線生成部を含むことを特徴とする中心線生成装置。
- [請求項2] 前記中心線生成部は、前記凹角頂点を用いて、前記中心線を構成する第1の直線と第2の直線が交わる点を取得し、前記取得した点を接続することで中心線を生成することを特徴とする請求項1記載の中心線生成装置。
- [請求項3] 前記中心線生成部は、前記凹角頂点の角の二等分線を用いて前記中心線を生成することを特徴とする請求項1又は2記載の中心線生成装置。
- [請求項4] 前記中心線生成部は、前記凹角頂点の角の二等分線の中心点、及び、前記凹角頂点の各々の前記二等分線が交わる点を抽出し、抽出した点を接続することで前記中心線を生成することを特徴とする請求項3記載の中心線生成装置。
- [請求項5] 前記中心線生成部は、更に、生成された前記中心線で囲われた閉多角形から、最も長い辺に対応する中心線を削除することを特徴とする請求項1～請求項4の何れか1項記載の中心線生成装置。
- [請求項6] 前記2次元ベクトルデータで表現された屋内空間を所定の大きさのグリッドに分割するグリッド分割部と、
- 中心線接続部と、
- を更に含み、
- 前記中心線生成部は、前記グリッドごとに前記中心線を生成し、
- 前記中心線接続部は、前記グリッドごとに生成された前記中心線を接続する請求項1～請求項5の何れか1項記載の中心線生成装置。

- [請求項7] 請求項1～請求項6の何れか1項記載の中心線生成装置と、
前記生成された前記中心線に基づいて、前記通路を表すリンクおよび前記リンクの起点若しくは終点となるノードからなるネットワークデータを生成するネットワークデータ生成装置と、
を含むネットワークデータ生成システム。
- [請求項8] コンピュータを、請求項1～請求項6の何れか1項記載の中心線生成装置を構成する各部として機能させるためのプログラム。

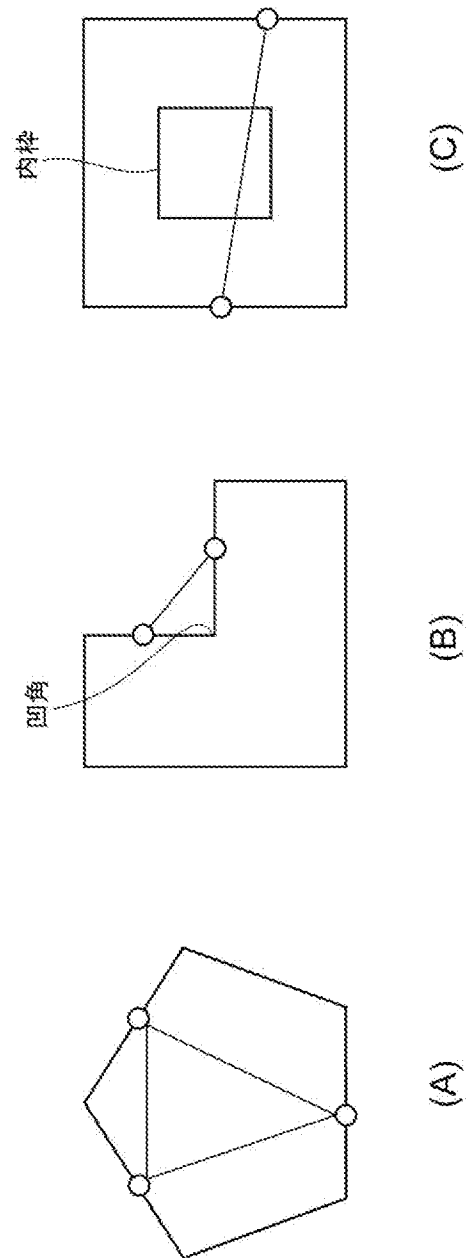
[図1]



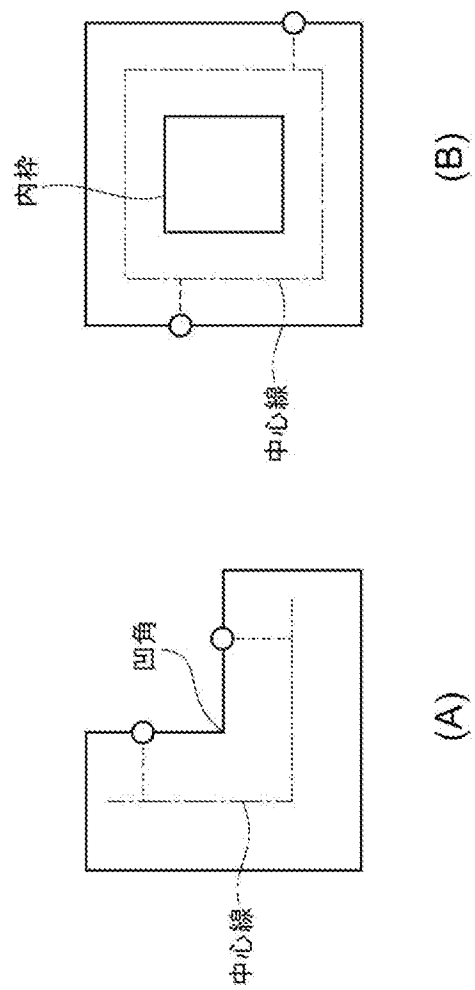
[図2]



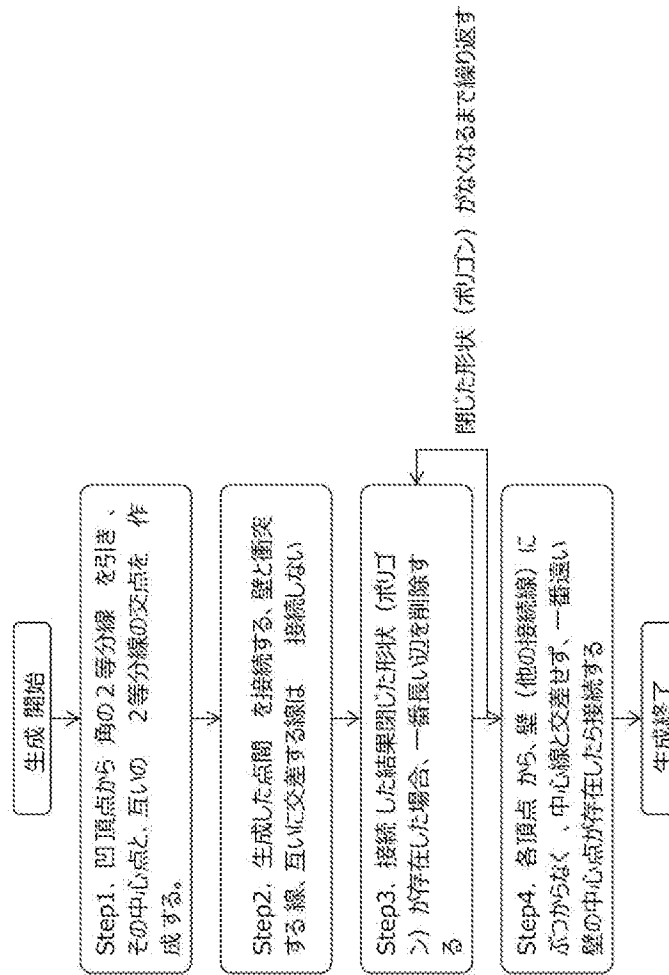
[図3]



[図4]



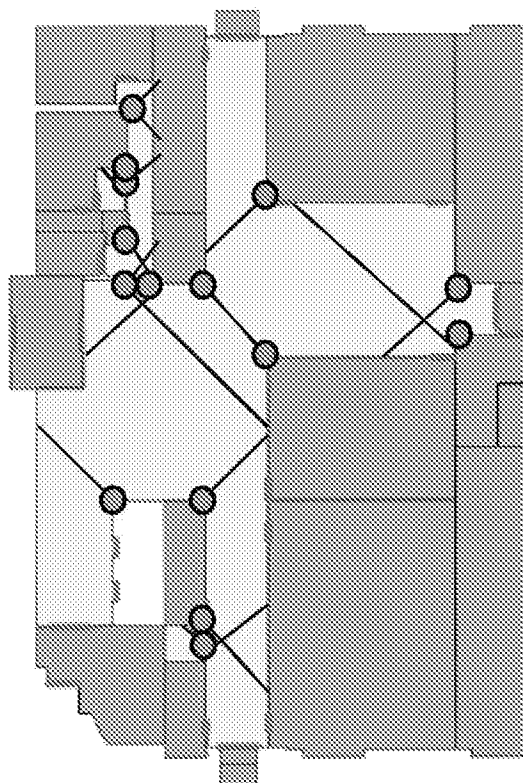
[図5]



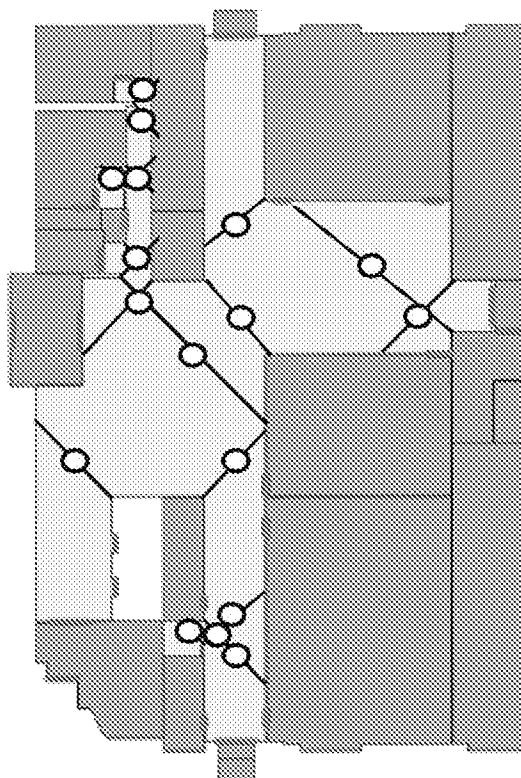
[図6]



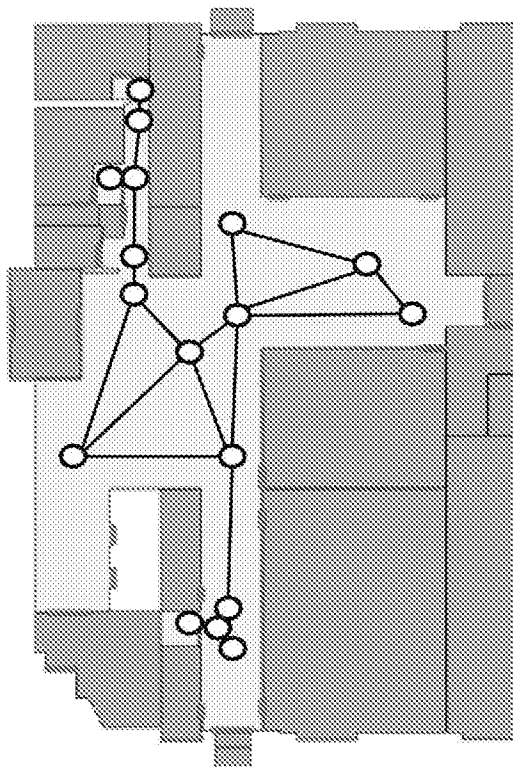
[図7]



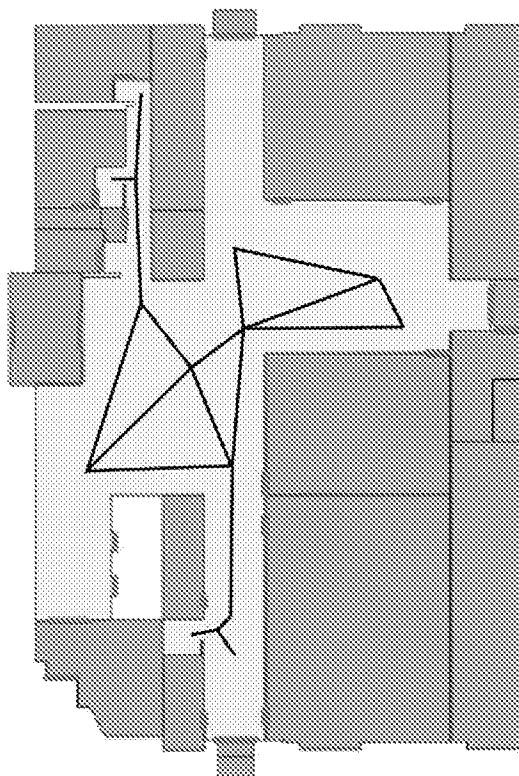
[図8]



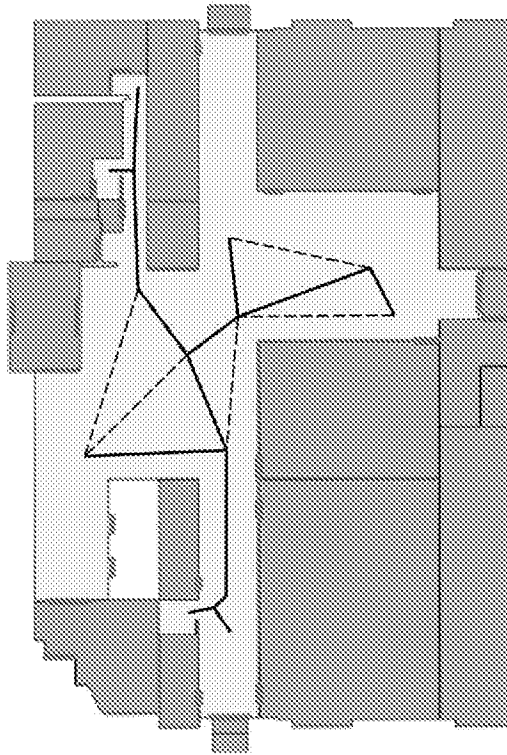
[図9]



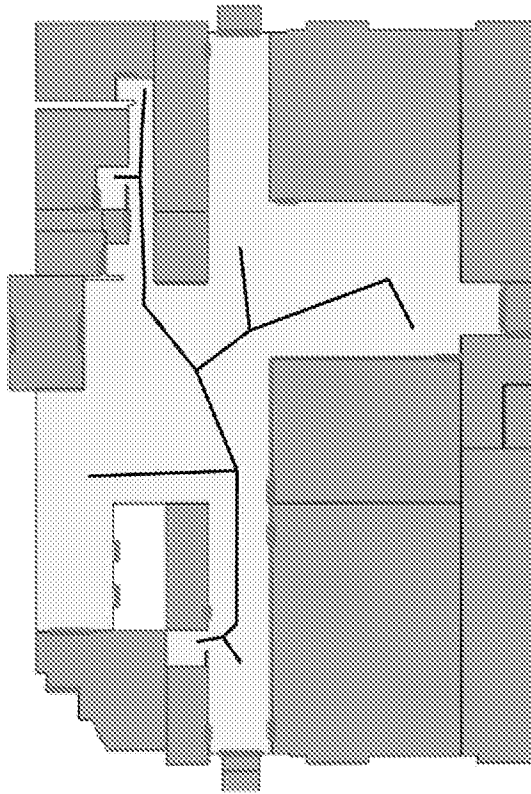
[図10]



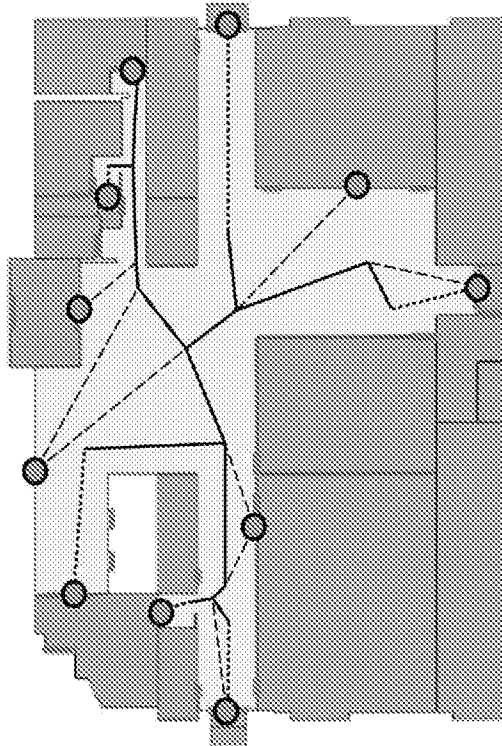
[図11]



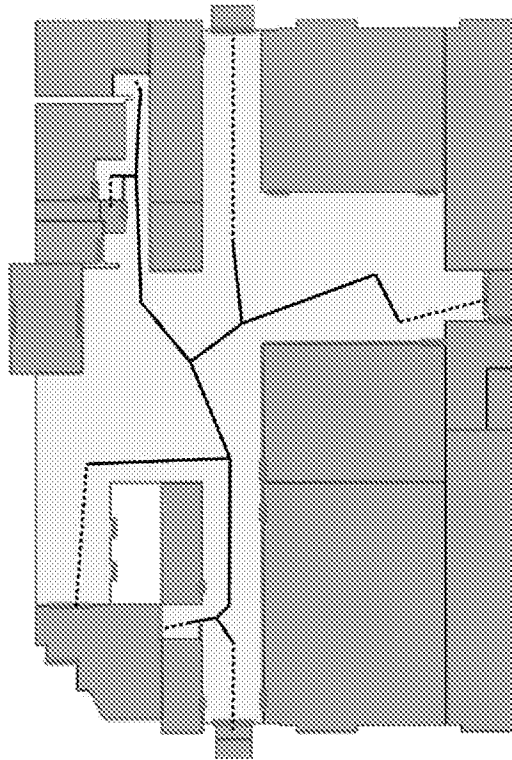
[図12]



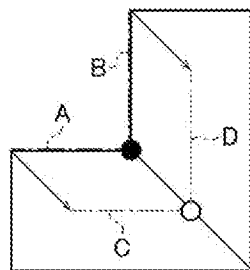
[図13]



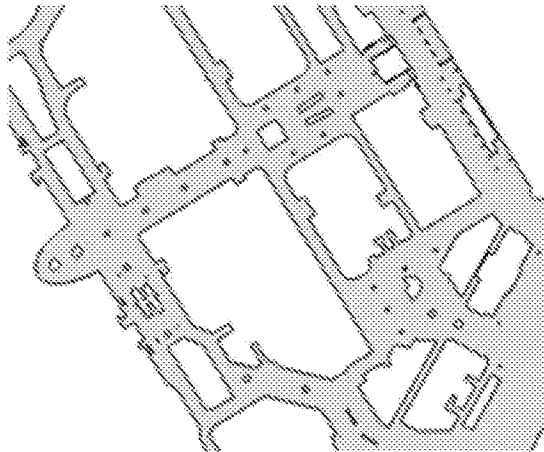
[図14]



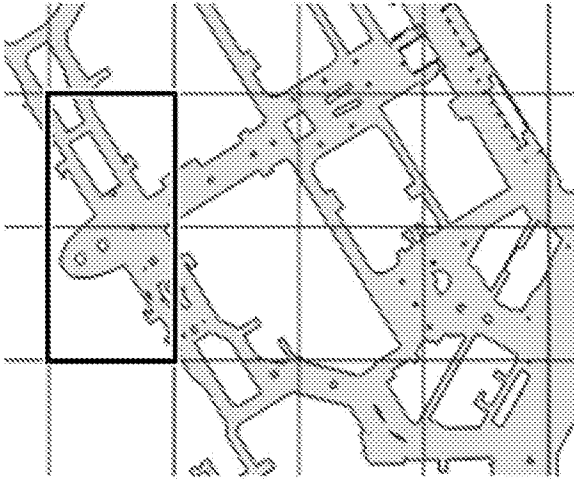
[図15]



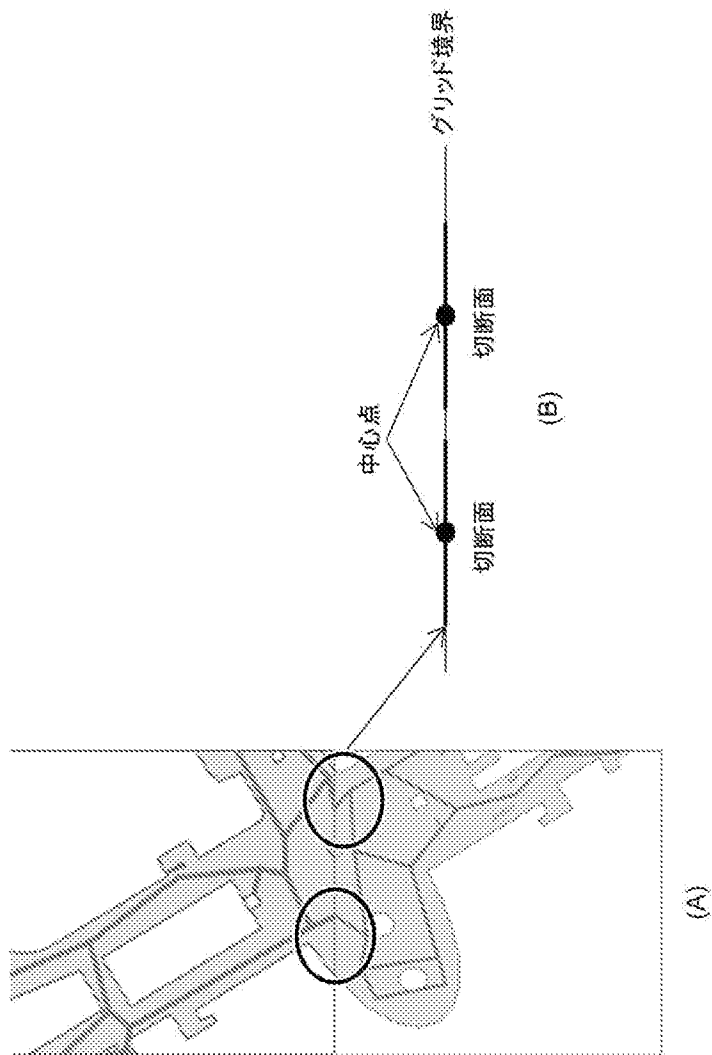
[図16]



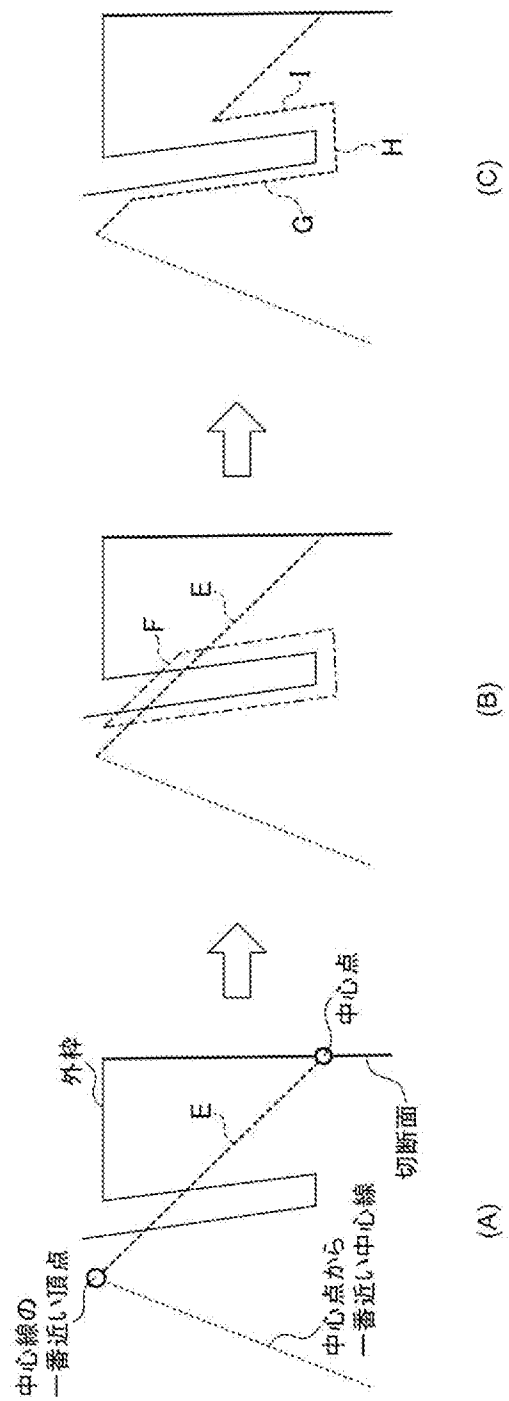
[図17]



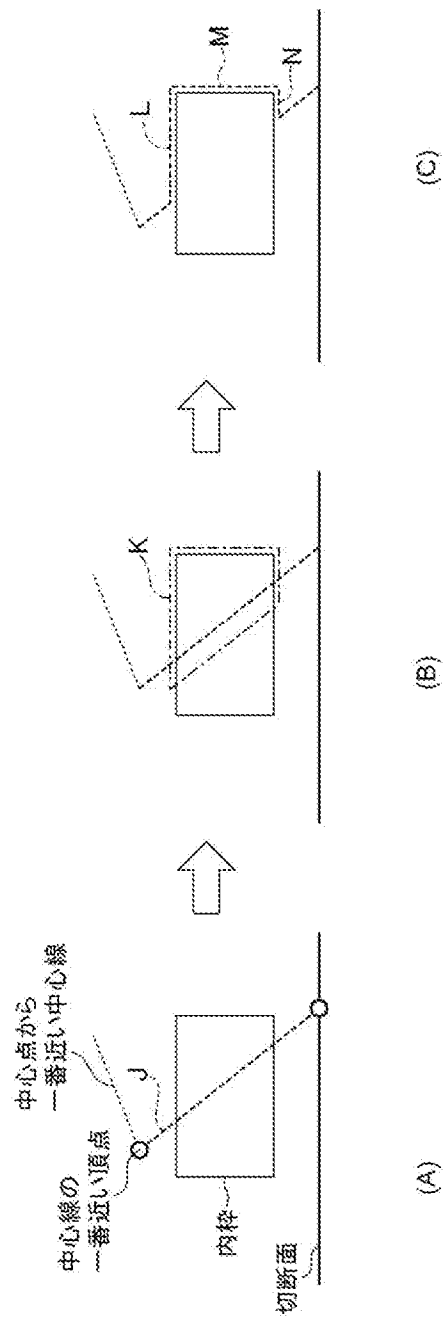
[図18]



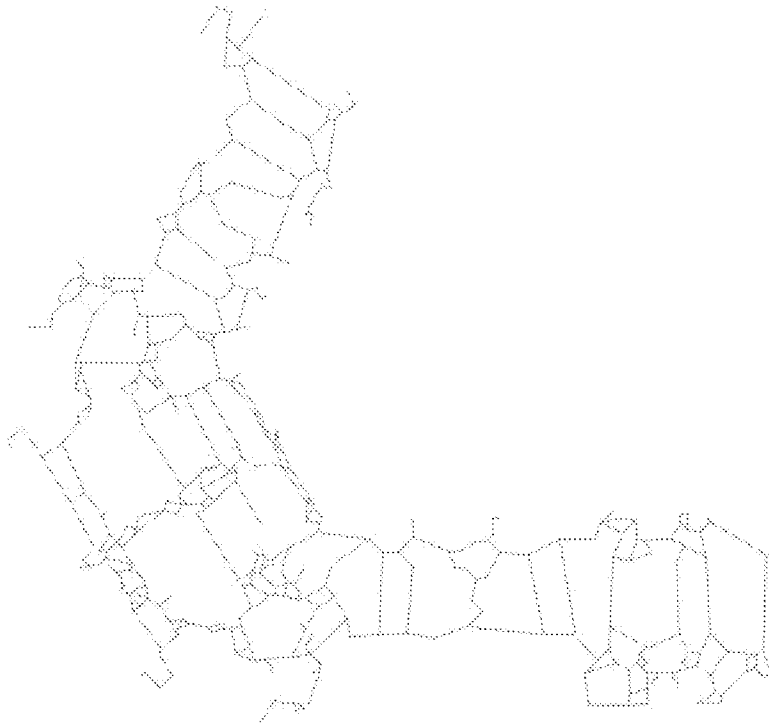
[図19]



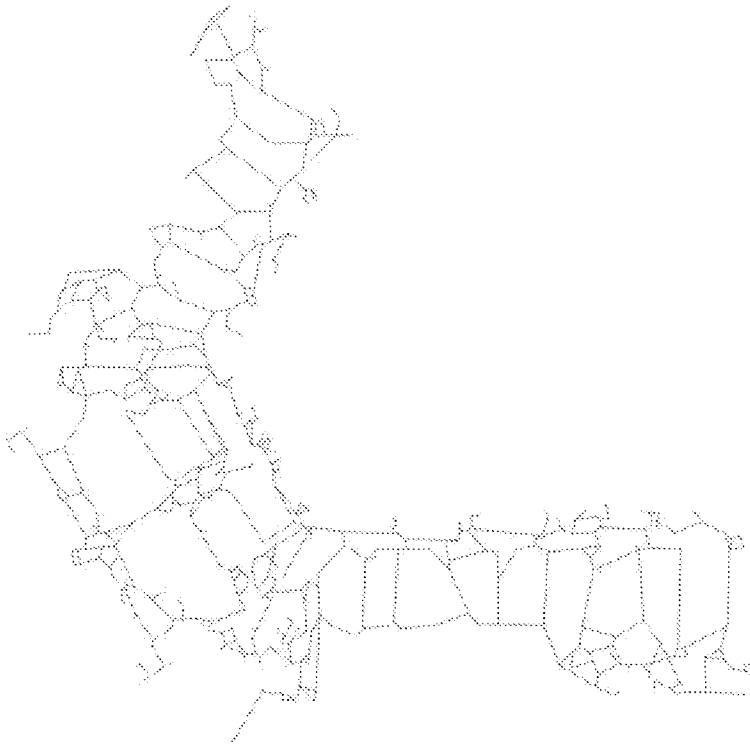
[図20]



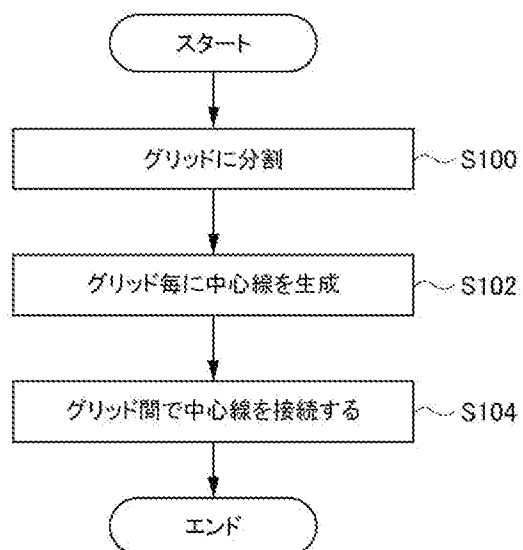
[図21]



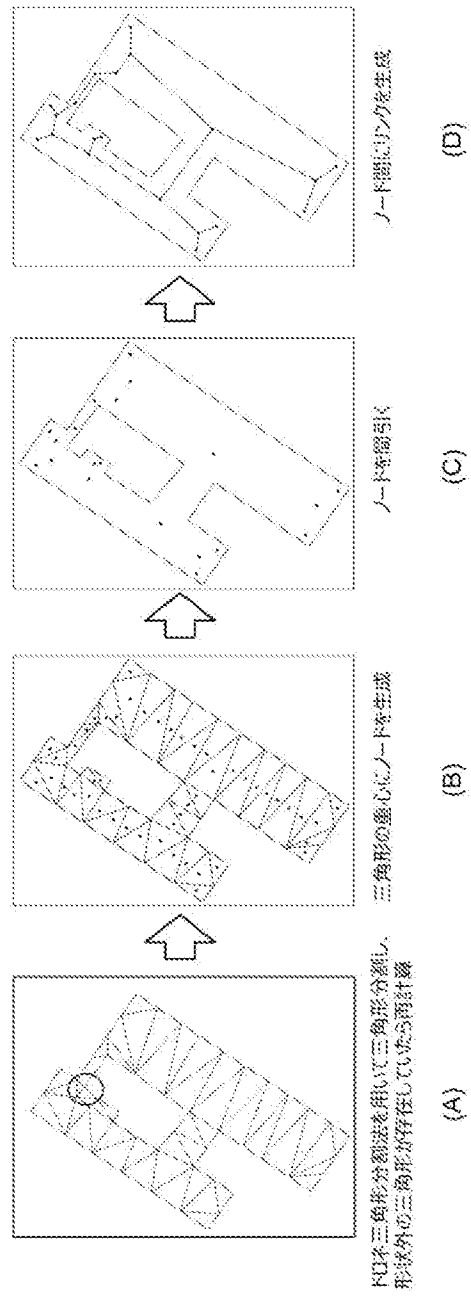
[図22]



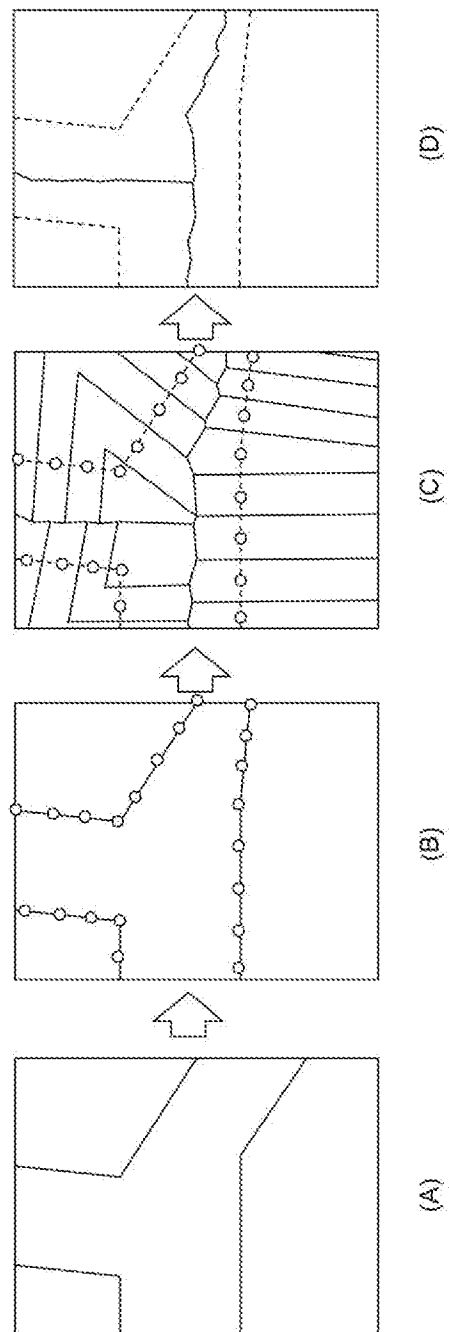
[図23]



[図24]



[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/041209

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G09B 29/00(2006.01)i; G06T 11/20(2006.01)i; G06F 30/13(2020.01)i
FI: G06T11/20 300; G09B29/00 Z; G06F17/50 680B

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)

G09B29/00; G06T11/20; G06T11/60; G06F30/13

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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 2015-210626 A (HITACHI SOLUTIONS, LTD.) 24.11.2015 (2015-11-24) abstract, paragraphs [0001], [0006]-[0022], fig. 2, 3, 5, 7-13	1-8
A	JP 2011-107770 A (HITACHI, LTD.) 02.06.2011 (2011- 06-02) abstract, fig. 5, 15, 17, 19, 20	1-8
A	JP 2013-58173 A (HITACHI INDUSTRY & CONTROL SOLUTIONS, LTD.) 28.03.2013 (2013-03-28) abstract, fig. 19, 20, 22	1-8
A	JP 2003-132353 A (PASCO CORPORATION) 09.05.2003 (2003-05-09) abstract, fig. 3-5	1-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 January 2020 (07.01.2020)

Date of mailing of the international search report
21 January 2020 (21.01.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/041209

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
---	------------------	---------------	------------------

JP 2015-210626 A	24 Nov. 2015	(Family: none)	
JP 2011-107770 A	02 Jun. 2011	(Family: none)	
JP 2013-58173 A	28 Mar. 2013	(Family: none)	
JP 2003-132353 A	09 May 2003	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G09B 29/00(2006.01)i; G06T 11/20(2006.01)i; G06F 30/13(2020.01)i FI: G06T11/20 300; G09B29/00 Z; G06F17/50 680B														
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）） G09B29/00; G06T11/20; G06T11/60; G06F30/13														
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2020年													
日本国実用新案登録公報	1996-2020年													
日本国登録実用新案公報	1994-2020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 2015-210626 A（株式会社日立ソリューションズ）24.11.2015（2015-11-24） 要約、段落0001,0006-0022、図2,3,5,7-13	1-8												
A	JP 2011-107770 A（株式会社日立製作所）02.06.2011（2011-06-02） 要約、図5,15,17,19,20	1-8												
A	JP 2013-58173 A（株式会社日立情報制御ソリューションズ）28.03.2013（2013-03-28） 要約、図19,20,22	1-8												
A	JP 2003-132353 A（株式会社パスコ）09.05.2003（2003-05-09） 要約、図3-5	1-8												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 07.01.2020	国際調査報告の発送日 21.01.2020													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 真木 健彦 5H 9569 電話番号 03-3581-1101 内線 3531													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/041209

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2015-210626	A	24.11.2015	(ファミリーなし)	
JP	2011-107770	A	02.06.2011	(ファミリーなし)	
JP	2013-58173	A	28.03.2013	(ファミリーなし)	
JP	2003-132353	A	09.05.2003	(ファミリーなし)	