(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
2006 年3 月16 日 (16.03.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/028067 A1

(51) 国際特許分類:
G09B 29/00 (2006.01) *G06T 17/50* (2006.01)
G06F 17/30 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/016290

(22) 国際出願日: 2005 年9 月6 日 (06.09.2005)

(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2004-259437 2004 年9 月7 日 (07.09.2004) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社キャドセンター (CAD CENTER CORP.) [JP/JP]; 〒1600002 東京都新宿区坂町２３番地２ Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 高瀬 裕 (TAKASE, Hiroshi) [JP/JP]; 〒1600002 東京都新宿区坂町２３番地２ 株式会社キャドセンター内 Tokyo (JP). 曽根 敦 (SONE, Atsushi) [JP/JP]; 〒1600002 東京都新宿区坂町２３番地２ 株式会社キャドセンター内 Tokyo (JP). 畑中 達也 (HATANAKA, Tatsuya) [JP/JP]; 〒1600002 東京都新宿区坂町２３番地２ 株式会社キャドセンター内 Tokyo (JP). 銀木 護 (SHIROKI, Mamoru) [JP/JP]; 〒1600002 東京都新宿区坂町２３番地２ 株式会社キャドセンター内 Tokyo (JP). 益見 貴光 (MASUMI, Takamitsu) [JP/JP]; 〒1600002 東京都新宿区坂町２３番地２ 株式会社キャドセンター内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: アイアット国際特許業務法人 (IAT WORLD PATENT LAW FIRM); 〒1631127 東京都新宿区西新宿６丁目２２番１号新宿スクエアタワー２７階 Tokyo (JP).

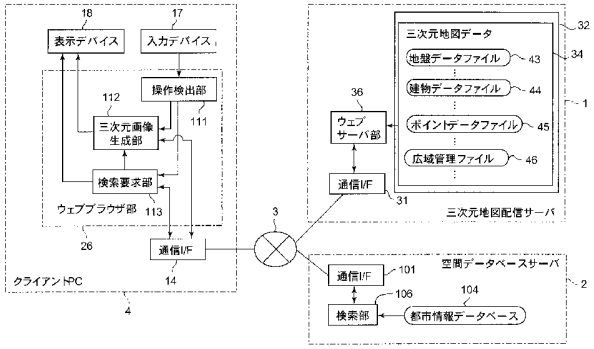
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

[続葉有]

(54) Title: 3D MAP DISTRIBUTION SERVER DEVICE, CLIENT TERMINAL DEVICE, AND 3D MAP DISTRIBUTION SYSTEM

(54) 発明の名称: 三次元地図配信サーバ装置、クライアント端末装置および三次元地図配信システム



18 DISPLAY DEVICE
17 INPUT DEVICE
111 OPERATION DETECTION UNIT
112 3D IMAGE GENERATION UNIT
113 SEARCH REQUEST UNIT
26 WEB BROWSER UNIT
14 COMMUNICATION I/F
4 CLIENT PC
1 3D MAP DISTRIBUTION SERVER
36 WEB SERVER UNIT
31 COMMUNICATION I/F
34 3D MAP DATA
43 GROUND DATA FILE
44 BUILDING DATA FILE
45 POINT DATA FILE
46 WIDE RANGE MANAGEMENT FILE
2 SPACE DATABASE SERVER
101 COMMUNICATION I/F
106 SEARCH UNIT
104 CITY INFORMATION DATABASE

(57) Abstract: It is possible to effectively transmit data for generating a 3D map image via a network. A 3D map distribution server device (1) stores shape data on a plurality of buildings plotted on a ground for generating a 3D map image and firstly transmits a list of shape data on the buildings within a section and having position information on the region or the building to a client PC (4). According to the list information in the list, the client PC (4) selects shape data required for display and transmits a transmission request of the selected shape data to the 3D map distribution server device (1). The 3D map distribution server device (1) receives the request and transmits the shape data relating to the request to the client PC (4).

[続葉有]

WO 2006/028067 A1

IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(57) 要約:

三次元の地図画像を生成するためのデータを、ネットワークを介して効率よく伝送する。三次元地図配信サーバ装置１は、三次元の地図画像を生成するための地盤上に描画される複数の構造物の形状データを記憶し、まず、区域内の複数の構造物の形状データのリストであって、且つ、区域あるいは構造物の位置情報を有するリストを、クライアントＰＣ４へ送信する。クライアントＰＣ４は、リストの位置情報に基づいて、表示に必要な形状データを選択し、選択した形状データの送信要求を三次元地図配信サーバ装置１へ送信する。三次元地図配信サーバ装置１は、その要求を受信すると、その要求に係る形状データを、クライアントＰＣ４へ送信する。

明 細 書

三次元地図配信サーバ装置、クライアント端末装置および三次元地図配信システム

技術分野

[0001] 本発明は、三次元地図配信サーバ装置、クライアント端末装置および三次元地図配信システムに関する。

背景技術

[0002] 特許文献1は、コンピュータネットワークシステムを開示する。このコンピュータネットワークシステムは、情報収集コンピュータと第1の情報提供コンピュータとがネットワーク接続されている。第1の情報提供コンピュータは、複数の個別地図(2次元地図データ)で構成される地図データのツリー構造を示すファイル構造表示データを、情報収集コンピュータへ送信する。情報収集コンピュータは、その地図データのツリー構造を表示し、矩形範囲で特定された表示範囲の個別地図を第1の情報提供コンピュータに要求し、その要求に基づいて受信した個別地図を表示する。また、第1の情報提供コンピュータは、地点データのツリー構造を示すファイル構造表示データを、情報収集コンピュータへ送信し、情報収集コンピュータは、そのツリー構造から選択した地点データを第1の情報提供コンピュータから受信して表示する。

[0003] また、特許文献1には、先のコンピュータネットワークシステムが3次元の地図データについても同様に適用できると記載されている。

[0004] 特許文献1:特開2000－155763号公報(発明の実施の形態など)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、三次元の地図画像とは、ある地域を任意の位置の視点から任意の方向を向いた視野で見た地図画像である。したがって、特許文献1の平面的な二次元の地図データを任意の位置の視点から任意の視野方向で見た地図画像であっても、三次元の地図画像と呼ぶことができる。

[0006] しかしながら、このように平面的な二次元の地図データから、任意の位置の視点か

ら見た三次元の地図画像を生成しようとした場合、その二次元の地図データには、視点からその真下を見た場合にその真下の地域が理解できる程度の高い解像度を有する地図データが必要となる。

[0007] そして、そのような高い解像度を有する二次元の地図データに基づいて三次元の地図画像を生成する場合において、視点から遠方を望む視野の三次元の地図画像を生成しようとするときには、その視野の範囲内となる地域の地図データのデータ量は非常に多くなってしまう。その結果、地図データをネットワークを介してサーバ装置からクライアント端末装置へ送信した場合、そのデータの伝送に非常に長い時間がかかってしまう。

[0008] 本発明は、三次元の地図画像を生成するためのデータを、ネットワークを介して効率よく伝送することができる三次元地図配信サーバ装置、クライアント端末装置および三次元地図配信システ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

[0009] 本発明に係る三次元地図配信サーバ装置は、三次元の地図画像を生成するための地盤上に描画される複数の構造物の形状データを記憶する記憶手段と、ネットワークに接続されたサーバ通信手段と、区域内の複数の構造物の形状データのリストであって、且つ、区域あるいは構造物の位置情報を有するリストをサーバ通信手段を介して送信するリスト送信手段と、リストの位置情報に基づいて選択された形状データの送信要求をサーバ通信手段が受信したら、記憶手段からその要求に係る形状データをサーバ通信手段を介して送信するデータ送信手段と、を有するものである。

[0010] この構成を採用すれば、三次元地図配信サーバ装置は、ネットワークに接続されるクライアント端末装置に対して、まず、複数の構造物の形状データのリストを送信し、次に、そのリストから位置情報に基づいて選択された形状データを送信する。したがって、三次元地図配信サーバ装置は、クライアント端末装置において三次元の地図画像の生成に必要ないと判断された形状データを送信しなくて済み、クライアント端末装置へ三次元の地図画像の生成に必要となるデータを効率よく送信することができる。これにより、クライアント端末装置で三次元の地図画像が直ちに表示されるとともに、視点などの変換の際に三次元の地図画像の表示がスムーズに変更される。

[0011] 本発明に係る三次元地図配信サーバ装置は、上述した発明の構成に加えて、記憶手段が、複数の構造物の形状データを、構造物のサイズ、高さあるいは種別毎に分類したグループ毎のファイルとして記憶し、データ送信手段が、ファイル単位で形状データを送信するものである。

[0012] この構成を採用すれば、三次元地図配信サーバ装置は、複数の構造物の形状データを1つのファイルで送信するため、クライアント端末装置へ三次元の地図画像の生成に必要となるデータを効率よく送信することができる。しかも、複数の構造物の形状データは、構造物のサイズ、高さあるいは種別毎に分類したグループ毎のファイルとして記憶されるので、このファイルのサイズをネットワークの帯域などに合わせて最適化することで、三次元地図配信サーバ装置は、ネットワークの帯域に合わせた効率の良いデータ伝送を実現することができる。

[0013] 本発明に係る三次元地図配信サーバ装置は、上述した各発明の構成に加えて、構造物の形状データのリストが、形状データに対応付けて、所定の条件によりこの形状データに基づき構造物を表示するか否かの切り換えるための表示制御データを含むものである。

[0014] この構成を採用すれば、三次元地図配信サーバ装置は、クライアント端末装置に、表示制御データに基づいて形状データの送信を要求するか否かを判断させることができる。したがって、三次元地図配信サーバ装置は、クライアント端末装置が単に区域あるいは構造物の位置情報のみに基づいて形状データの送信を要求するか否かを判断する場合に比べて、より細かく受信する形状データを選択させることができる。その結果、表示制御データに基づいて形状データの転送量が減り、三次元地図配信サーバ装置は、クライアント端末装置へ形状データを、ネットワークを介して効率よく送信することができる。

[0015] 本発明に係る三次元地図配信サーバ装置は、上述した各発明の構成に加えて、表示制御データが、表示／非表示を制御するための優先度データであって、構造物のサイズ、高さあるいは種別に応じた値を有するものである。

[0016] この構成を採用すれば、三次元地図配信サーバ装置は、クライアント端末装置に、構造物のサイズ、高さあるいは種別に応じて構造物の形状データの送信要求および

その構造物の表示／非表示を制御させることができる。

[0017] 本発明に係る三次元地図配信サーバ装置は、上述した各発明の構成に加えて、記憶手段が、構造物の形状データとして、その構造物の底面の頂点データと高さデータとを記憶するものである。

[0018] この構成を採用すれば、構造物の形状データとして、その構造物をポリゴン表示する場合の各ポリゴンの頂点データを記憶して送信する場合に比べて、三次元地図配信サーバ装置からクライアント端末装置へ送信するデータ量を削減することができる。

[0019] 本発明に係る三次元地図配信サーバ装置は、上述した各発明の構成に加えて、サーバ通信手段が、三次元の地図画像を生成するための視点情報あるいはリストの送信要求を受信し、リスト送信手段が、受信した視点情報あるいはリストの送信要求に応じて、その要求に係る地域に限定したリストを送信するものである。

[0020] この構成を採用すれば、三次元地図配信サーバ装置は、要求に応じて限定された地域のリストを送信する。したがって、三次元地図配信サーバ装置は、一度に、記憶するすべての形状データのリストを送信することはなくなり、クライアント端末装置へ三次元の地図画像の生成に必要となるデータを効率よく送信することができる。

[0021] 本発明に係る三次元地図配信サーバ装置は、上述した各発明の構成に加えて、三次元の地図画像において選択された構造物の三次元の位置情報あるいは三次元の地図画像内の所定の地点に関連付けられて且つその地点に関する表示用情報を有するポイントの三次元の位置情報がサーバ通信手段により受信されたら、その三次元の位置情報を二次元の位置情報へ変換した検索コマンドを生成する検索コマンド生成手段と、二次元の位置情報に対応付けられて記憶されている情報であって、且つ、検索コマンドの二次元の位置情報の位置から所定の範囲内の位置情報と対応付けられている情報を表示する表示データを生成し、サーバ通信手段を介して送信する検索結果送信手段と、を有するものである。

[0022] この構成を採用すれば、三次元地図配信サーバ装置は、三次元の地図画像を生成するためのデータに加えて、その三次元の地図画像に表示されている構造物の周辺の情報あるいは地点の情報を示すポイントの周辺の情報を提供することができる。

[0023] 本発明に係る他の三次元地図配信サーバ装置は、三次元の地図画像内の所定の地点に関連付けられて且つその地点に関する表示用情報を有する複数のポイントのポイントデータを記憶する記憶手段と、ネットワークに接続されたサーバ通信手段と、区域内の複数のポイントのポイントデータのリストであって、且つ、区域あるいはポイントの位置情報を有するリストをサーバ通信手段を介して送信するリスト送信手段と、リストの位置情報に基づいて選択されたポイントデータの送信要求をサーバ通信手段が受信したら、記憶手段からその要求に係るポイントデータをサーバ通信手段を介して送信するデータ送信手段と、を有するものである。

[0024] この構成を採用すれば、三次元地図配信サーバ装置は、ネットワークに接続されるクライアント端末装置に対して、まず、複数の地点の情報を示すポイントのポイントデータのリストを送信し、次に、そのリストから位置情報に基づいて選択されたポイントデータを送信する。したがって、三次元地図配信サーバ装置は、クライアント端末装置において三次元の地図画像の生成に必要ないと判断されたポイントデータを送信しなくて済み、クライアント端末装置へ三次元の地図画像の生成に必要となるデータを効率よく送信することができる。

[0025] 本発明に係るクライアント端末装置は、ネットワークに接続されたクライアント通信手段と、三次元の地図画像を生成するために地盤上に描画されるある区域内の複数の構造物の形状データのリストであって、且つ、区域あるいは構造物の位置情報を有するリストをクライアント通信手段を介して受信するリスト受信手段と、三次元の地図画像を生成するための視点情報およびリストにおける位置情報に基づいて、リストにおいて視点から所定の距離の範囲内となる位置に対応付けられた形状データの送信要求をクライアント通信手段を介して送信し、形状データをクライアント通信手段を介して受信するデータ受信手段と、送信要求に基づいて受信された形状データを用いて、視点からある角度で地盤に向かう視野内の三次元の地図画像のデータを生成する画像データ生成手段と、画像データ生成手段により生成されたデータに基づいて三次元の地図画像を表示する表示手段と、を有するものである。

[0026] この構成を採用すれば、クライアント端末装置は、視点から所定の距離の範囲内となる形状データを用いて、三次元の地図画像を生成して表示する。したがって、たと

えば視点が遠方を望むような広い視野であったとしても、受信する形状データの総データ量が膨大な量になってしまうことを防止することができる。その結果、クライアント端末装置は、形状データを、ネットワークを介して効率よく受信し、三次元の地図画像を直ちに且つスムーズに表示することができる。

[0027] 本発明に係るクライアント端末装置は、上述した発明の構成に加えて、複数の構造物の形状データのリストが、複数の構造物の形状データを、構造物のサイズ、高さあるいは種別毎に分類したグループ毎のファイルのファイル名を含み、データ受信手段が、形状データの送信要求においてファイル名を指定し、ファイル単位で形状データを受信するものである。

[0028] この構成を採用すれば、クライアント端末装置は、複数の構造物の形状データを1つのファイルで受信するため、三次元地図配信サーバ装置から、三次元の地図画像の生成に必要となるデータを効率よく受信することができる。しかも、複数の構造物の形状データは、構造物のサイズ、高さあるいは種別毎に分類したグループ毎のファイルとして記憶されるので、このファイルのサイズをネットワークの帯域などに合わせて最適化されることで、クライアント端末装置は、三次元地図配信サーバ装置から、ネットワークの帯域に合わせて効率良くデータを受信することができる。

[0029] 本発明に係るクライアント端末装置は、上述した各発明の構成に加えて、構造物の形状データのリストが、形状データに対応付けて、所定の条件によりこの形状データに基づき構造物を表示するか否かの切り換えるための表示制御データを含み、データ通信手段が、視点から所定の距離の範囲内となる位置に対応付けられた形状データのうち、視点からの距離および表示制御データに対する条件を満たす形状データのみについて送信要求を送信するものである。

[0030] この構成を採用すれば、クライアント端末装置は、表示制御データに基づいて形状データの送信を要求するか否かを判断することができる。したがって、クライアント端末装置は、単に区域あるいは構造物の位置情報のみに基づいて形状データの送信を要求するか否かを判断する場合に比べて、より細かく受信する形状データを選択することができる。その結果、クライアント端末装置は、三次元の地図画像の生成に必要となる形状データを、ネットワークを介して効率よく受信することができる。

[0031] 本発明に係るクライアント端末装置は、上述した各発明の構成に加えて、表示手段に表示されている三次元の地図画像の中から構造物あるいはその三次元の地図画像内の所定の地点に関連付けられて且つその地点に関する表示用情報を有するポイントを選択する選択手段と、選択された構造物あるいはポイントの位置情報を含み、選択された構造物あるいはポイントの周辺情報を検索する指示を、クライアント通信手段を介して送信する検索指示手段と、を有し、表示手段が、検索の指示に基づいてクライアント通信手段を介して受信した検索結果を、三次元の地図画像とともに表示するものである。

[0032] この構成を採用すれば、クライアント端末装置は、表示手段に表示している三次元の地図画像から選択した構造物の周辺の情報あるいは地点の情報を示すポイントの周辺の情報を、三次元の地図画像とともに表示することができる。

[0033] 本発明に係る他のクライアント端末装置は、ネットワークに接続されたクライアント通信手段と、三次元の地図画像を生成するために地盤内の所定の地点に関連付けられて且つその地点に関する情報を表示するために描画されるある区域内の複数のポイントのポイントデータのリストであって、且つ、区域あるいは構造物の位置情報を有するリストをクライアント通信手段を介して受信するリスト受信手段と、三次元の地図画像を生成するための視点情報およびリストにおける位置情報に基づいて、リストにおいて視点から所定の距離の範囲内となる位置に対応付けられたポイントデータの送信要求をクライアント通信手段を介して送信し、ポイントデータをクライアント通信手段を介して受信するデータ受信手段と、送信要求に基づいて受信されたポイントデータを用いて、視点からある角度で地盤に向かう視野内の三次元の地図画像のデータを生成する画像データ生成手段と、画像データ生成手段により生成されたデータに基づいて三次元の地図画像を表示する表示手段と、を有するものである。

[0034] この構成を採用すれば、クライアント端末装置は、視点から所定の距離の範囲内となるポイントデータを用いて、三次元の地図画像を生成して表示する。したがって、たとえば視点が遠方を望むような広い視野であったとしても、受信するポイントデータの総データ量が多くなってしまうことを防止することができる。その結果、クライアント端末装置は、ポイントデータを、ネットワークを介して効率よく受信し、三次元の地図画

像を生成して表示することができる。

[0035] 本発明に係る三次元地図配信システムは、ネットワークに接続される上述した各発明に係る三次元地図配信サーバ装置と、そのネットワークに接続される上述した各発明に係るクライアント端末装置と、を有するものである。

[0036] この構成を採用すれば、ネットワークを介して三次元地図配信サーバ装置からクライアント端末装置へ、三次元の地図画像を生成するためのデータを効率よく送信し、そのデータを用いた三次元の地図画像をクライアント端末装置に表示することができる。

発明の効果

[0037] 本発明では、三次元の地図画像を生成するためのデータを、ネットワークを介して効率よく伝送することができる。

図面の簡単な説明

[0038] [図1]本発明の実施の形態に係る三次元都市情報配信システムを示す構成図である。

[図2]図1中のクライアントPCのハードウェア構成を示すブロック図である。

[図3]図2中の記憶デバイスの記憶内容を示す図である。

[図4]図1の三次元都市情報配信システムにおいて三次元都市情報を配信するときに実現される機能を示すブロック図である。

[図5]図1中の三次元地図配信サーバの記憶デバイスの記憶内容を示す図である。

[図6]図5中の三次元地図データに基づいて三次元の地図画像が生成される所定の地域を示す図である。

[図7]図6中のある1つの区画の三次元の地図画像の例である。

[図8]図7の区画を任意の視点から見た三次元の地図画像を生成するために必要となるデータを示す図である。

[図9]図5中の地盤データファイルのデータ構造を示す説明図である。

[図10]図5中の建物データファイルのデータ構造を示す説明図である。

[図11]図8に示す建物の立体形状データと、建物データファイルの各レコードに記憶されるデータとの関係を示す説明図である。

[図12]図5中のポイントデータファイルのデータ構造を示す説明図である。

[図13]図5中の広域管理ファイルのデータ構造を示す説明図である。

[図14]図1中の空間データベースサーバの記憶デバイスの記憶内容を示す図である。

[図15]都市情報データベースのデータ構造を示す説明図である。

[図16]図1中のクライアントPCに三次元の地図画像を表示する処理を示すフローチャートである。

[図17]図4中の表示デバイスに表示される初期画面の一例を示す図である。

[図18]図4中の三次元画像生成部による地盤データ、建物データおよびポイントデータのリストの生成処理を説明するための説明図である。

[図19]図7に示す区画を含むエリアを、第一半径以内の距離の視点から見た場合の三次元の地図画像の表示画面を示す図である。

[図20]図1中のクライアントPCに、コンビニエンスストアの検索結果を表示する処理を示すフローチャートである。

[図21]図19の三次元の地図画像において文字列「×○ビル」が選択された場合に表示される表示画面を示す図である。

符号の説明

[0039] 1 三次元地図配信サーバ(三次元地図配信サーバ装置)

3 インターネット(ネットワーク)

4 クライアントPC(クライアント端末装置)

14 通信I/F(クライアント通信手段)

18 表示デバイス(表示手段)

31 通信I/F(サーバ通信手段)

32 記憶デバイス(記憶手段)

36 ウェブサーバ部(リスト送信手段、データ送信手段、検索コマンド生成手段、検索結果送信手段)

112 三次元画像生成部(リスト受信手段、データ受信手段、画像データ生成手段)

113 検索要求部(選択手段、検索指示手段)

発明を実施するための最良の形態

[0040] 以下、本発明の実施の形態に係る三次元地図配信サーバ装置、クライアント端末装置および三次元地図配信システムを、図面に基づいて説明する。三次元地図配信サーバ装置は、三次元地図配信サーバを例として説明する。クライアント端末装置は、クライアントPCを例として説明する。三次元地図配信システムは、三次元都市情報配信システムを例として説明する。

[0041] 図1は、本発明の実施の形態に係る三次元都市情報配信システムを示す構成図である。三次元都市情報配信システムは、三次元地図配信サーバ装置としての三次元地図配信サーバ1と、空間データベースサーバ2と、クライアント端末装置としてのクライアントPC(Personal Computer)4と、を有する。三次元地図配信サーバ1および空間データベースサーバ2は、ネットワークとしてのインターネット3に接続される。インターネット3には、クライアントPC(Personal Computer)4が接続される。

[0042] この三次元都市情報配信システムは、三次元地図配信サーバ1に記憶されているデータを用いて、クライアントPC4に三次元の地図画像を表示する。この三次元都市情報配信システムは、クライアントPC4の三次元の地図画像において選択された建物などの近所にあるコンビニエンスストアを空間データベースサーバ2で検索し、その検索結果をクライアントPC4に表示する。

[0043] 図2は、図1中のクライアントPC4のハードウェア構成を示すブロック図である。クライアントPC4は、プログラムおよびデータを記憶する記憶デバイス11と、プログラムを実行するCPU(Central Processing Unit)12と、CPU12が実行するプログラムの記憶領域などとして利用するRAM(Random Access Memory)13と、インターネット3に接続されるクライアント通信手段としての通信I/F(Interface)14と、I/O(Input/Output)ポート15と、これらを接続するシステムバス16と、を有する。また、クライアントPC4のI/Oポート15には、ポインティングデバイスなどの入力デバイス17と、液晶モニタなどの表示手段としての表示デバイス18と、が接続される。

[0044] 図3は、図2中の記憶デバイス11の記憶内容を示す図である。クライアントPC4の記憶デバイス11は、ウェブブラウザプログラム21を記憶する。クライアントPC4のCPU12がこのウェブブラウザプログラム21を実行することで、クライアントPC4にはウェ

ブブラウザ部26が実現される(図4参照)。図4は、図1の三次元都市情報配信システムにおいて三次元都市情報を配信するときに実現される機能を示すブロック図である。

[0045] 以上のように、クライアントPC4は構成される。次に、三次元地図配信サーバ1について説明する。

[0046] 図1中の三次元地図配信サーバ1は、インターネット3に接続されるサーバ通信手段としての通信I／F31(図4参照)と、記憶手段としての記憶デバイス32を有し、さらに、図示せぬCPU、RAM、ROM、システムバスなどを有する。これらの三次元地図配信サーバ1の各構成要素は、図2に示すクライアントPC4の同名の構成要素と同じ機能を有するものであり、それらの図示および説明を省略する。

[0047] 図5は、図1中の三次元地図配信サーバ1の記憶デバイス32の記憶内容を示す図である。三次元地図配信サーバ1の記憶デバイス32は、ウェブサーバプログラム33と、三次元地図データ34と、を記憶する。三次元地図配信サーバ1のCPUがウェブサーバプログラム33を実行することで、図4に示すように、三次元地図配信サーバ1にウェブサーバ部36が実現される。ウェブサーバ部36は、リスト送信手段、データ送信手段、検索コマンド生成手段および検索結果送信手段として機能する。

[0048] 三次元地図配信サーバ1のウェブサーバ部36とクライアントPC4のウェブブラウザ部26とは、それぞれの通信I／F14, 31を使用して、HTTP(HyperText Transfer Protocol)に基づく通信をする。たとえば、ウェブブラウザ部26は、入力デバイス17の操作などに基づいて、ウェブサーバ部36へ表示データやファイルの送信要求を送信する。ウェブサーバ部36は、要求された表示データやファイルをウェブブラウザ部26へ送信する。ウェブブラウザ部26は、受信した表示データやファイルに基づく表示画像を生成する。表示デバイス18は、その表示画像を表示する。

[0049] 三次元地図データ34は、たとえば東京23区などの所定の地域を任意の視点から見た三次元の地図画像を生成するために必要となる、各種のデータで構成されている。具体的には、この三次元地図データ34は、初期画面データファイル41と、ブラウザプラグインプログラムファイル42と、複数の地盤データファイル43からなる地盤データファイル群と、複数の建物データファイル44からなる建物データファイル群と、複

数のポイントデータファイル45からなるポイントデータファイル群と、複数の広域管理ファイル46からなる広域管理ファイル群と、を有する。

[0050] 三次元地図データ34のこれら複数のファイル41，・・・，46は、互いに異なるファイル名を有する。したがって、ファイル名を特定することで、これら複数のファイル41，・・・，46の中から1つのファイルを特定することができる。後述するように、三次元地図データ34のこれら複数のファイル41，・・・，46は、インターネット3を介してクライアントPC4へ送信される。したがって、各ファイルは、それぞれが短い時間にて送信が完了するように、数キロバイトから数百キロバイト、好ましくは数十キロバイトのサイズに粒状化されている。

[0051] 初期画面データファイル41は、ブラウザ部26が表示デバイス18に表示させる初期画面（表示フレームの構造やメニューなど）のデータを有する。

[0052] ブラウザプラグインプログラムファイル42は、クライアントPC4のブラウザ部26に読み込まれて実行されることで、図4に示すように、ブラウザ部の一部として、操作検出部111と、リスト受信手段、データ受信手段および画像データ生成手段としての三次元画像生成部112と、選択手段および検索指示手段としての検索要求部113とを実現するブラウザプラグインプログラムを有する。操作検出部111は、入力デバイス17へのユーザによる操作に基づく指示を三次元画像生成部112および検索要求部113へ供給する。三次元画像生成部112は、三次元の地図画像データを生成し、生成したデータに基づいて三次元の地図画像を表示デバイス18に表示させる。検索要求部113は、検索処理の結果を表示デバイス18に表示させる。

[0053] 図6は、図5中の三次元地図データ34に基づいて三次元の地図画像が生成される所定の地域51を示す図である。この所定の地域51は、たとえば東京23区などの広い地域である。所定の地域51は、複数の区画52に分割される。図6の例では、所定の地域51は、同一サイズの4角形の25個の区画52に分割されている。

[0054] 図7は、図6中のある1つの区画52の三次元の地図画像の例である。図7に係る区画52は、十字に交わる2つの道路61，62と、その2つの道路61，62の交差点63の四隅に立設される4つのビル64，65，66，67とを有する。図7の三次元の地図画像は、4つのビルの名称68，69，70，71と、交差点の名称72とを有する。

[0055] 図7の三次元の地図画像を生成するためには、図8に示すようなデータが使用される。図8は、図7の区画52を任意の視点から見た三次元の地図画像を生成するために使用されるデータを示す図である。

[0056] 図7の三次元の地図画像を生成するためには、まず、図7の区画52の地盤の画像を生成するための地盤のテクスチャデータ81(図8(A))が用意される。地盤のテクスチャデータ81は、区画52の地盤の画像データと、その画像の四隅の三次元空間内の位置を特定するための4点の座標の値とを有する。地盤のテクスチャデータ81の画像としては、たとえば航空写真(衛星写真)に基づく画像やベクトルデータに基づく画像が使用できる。図8の地盤のテクスチャデータ81の画像には、交差点63において交差する2つの道路61, 62が描画されている。座標の値としては、緯度経度の値および標高の値や、所定の基準点からの相対的な位置関係を示す距離の値などが利用できる。

[0057] 次に、図7の三次元の地図画像を生成するためには、図7の区画52に立設されている4つのビル64, 65, 66, 67に対応する4つの立体形状データ(図8(B))が用意される。立体形状データとしては、たとえば四角柱形状のビルの場合であれば、ビルの4つの側面のポリゴンデータと、ビルの上面のポリゴンデータとが用意される。各面のポリゴンデータは、その面の四隅の三次元空間内の位置を特定するための4頂点の座標の値を有する。

[0058] さらに、図7の三次元の地図画像を生成するためには、図7の区画52と関連付けられる5つのポイント68, 69, 70, 71, 72のポイントデータ(図8(C))が用意される。ポイントデータは、ビルの名称や交差点名などとしての文字列と、その文字列を関連付ける三次元空間内の位置を特定するための1点の座標の値とを有する。なお、ポイントデータは、文字列の代わりにポイントに貼り付ける画像を有するものであってもよい。

[0059] 以上、説明したテクスチャデータ81、形状データおよびポイントデータは、三次元地図配信サーバ1に格納される。つまり、図7の三次元の地図画像のように所定の地域51を任意の視点から見た三次元の地図画像を生成するために、図1中の三次元地図配信サーバ1の記憶デバイス32は、図5に示すように、地盤のテクスチャデータ

を含む複数の地盤データファイル43と、形状データを含む複数の建物データファイル44と、ポイントデータを含む複数のポイントデータファイル45と、ある区域(区画)に存在する地盤、構造物およびポイントのリストを含む複数の広域管理ファイル46と、を記憶する。

[0060] 図9は、図5中の地盤データファイル43のデータ構造を示す説明図である。この実施の形態の地盤データファイル43は、ある1つの区画52の地盤のテクスチャデータ81を有する。つまり、地盤データファイル43は、ある1つの区画52の地盤の画像のデータと、その画像の四隅の三次元空間内の位置を特定するための4点の座標の値のデータと、を有する。図9の地盤データファイル43のファイル名は、「地盤Aファイル」である。

[0061] 図10(A)および(B)は、図5中の建物データファイル44のデータ構造を示す説明図である。建物データファイル44は、1つあるいは複数のレコードを有する。建物データファイル44の各レコードは、1つの構造物のデータを記憶する。図10(A)の建物データファイル44は、「××タワー」という1つの建物の建物データを記憶する1つのレコードを有し、「建物Aファイル」というファイル名を有する。図10(B)の建物データファイル44は、「○×ビル」、「○○マンション」および「×○ビル」という3つの建物の建物データを記憶する3つのレコードを有し、「建物Bファイル」というファイル名を有する。

[0062] 建物データファイル44の各レコードは、少なくともその建物データファイル44において互いのレコードを区別するための識別番号を有する。建物データファイル44の各レコードは、具体的には、図11に示すように、構造物の形状データとして、建物の底面の4つの頂点の位置を示すデータと、建物の高さを示すデータと、を有する。図11は、図8に示す建物の立体形状データと、建物データファイル44の各レコードに記憶されるデータとの関係を示す説明図である。なお、レコードは、建物の側面や上面に貼り付ける画像のデータを備えていてもよい。建物の高さを示すデータは、高さそのものを示す1つの値で構成されていても、建物の底面の位置の値と上面の位置の値との2つの値で構成されていてもよい。高さそのものを示す1つの値としては、たとえば、建物の高さの値、ビルの階数の値などが利用できる。

[0063] 建物データファイル44の各レコードに記憶するデータを、建物の底面の4つの頂点の位置を示すデータと建物の高さを示すデータとすることで、建物データファイル44に、建物の4つの側面および上面の5つのポリゴンデータを記憶する場合に比べて、記憶データ量を減らすことができる。また、記憶データ量が減ることで、それをインターネット3を介して伝送するデータ量も削減される。なお、クライアントPC4では、底面の4頂点の位置データおよび高さデータから、この5つのポリゴンデータが構築される。

[0064] なお、ある区画52の複数の建物は、図10に示すように複数の建物データファイル44に分けて記憶される。複数の建物は、たとえばその建物のサイズ、高さあるいは種別毎に分類したグループ毎の建物データファイル44に分けて記憶される。種別としては、たとえば建物の平屋根、かわら屋根などのように建物の構造に基づく分類による種別であっても、たとえば商業施設、工場施設、一般家屋などのように建物の利用目的に基づく分類による種別であっても、さらにはこれらの分類を組み合わせた分類による種別であってもよい。このようにある区画52の複数の建物を、建物のサイズ、高さあるいは種別毎に分けた建物データファイル44に記憶させることで、たとえば遠方からその区画52を望むような三次元の地図画像を生成する場合には、その区画52において目印となる建物のデータを記憶する建物データファイル44のみを使用して三次元の地図画像を生成することが可能となる。

[0065] 図12(A)および(B)は、図5中のポイントデータファイル45のデータ構造を示す説明図である。ポイントデータファイル45は、複数のレコードを有する。図12(A)のポイントデータファイル45は、「△交差点」という1つのポイントのポイントデータを記憶する1つのレコードを有し、「ポイントAファイル」というファイル名を有する。図12(B)のポイントデータファイル45は、「××タワー」、「○×ビル」、「○○マンション」および「×○ビル」という4つのポイントのポイントデータを記憶する4つのレコードを有し、「ポイントBファイル」というファイル名を有する。

[0066] ポイントデータファイル45の各レコードは、1つのポイントデータと、少なくともそのポイントデータファイル45において互いのレコードを区別するための識別番号と、を有する。ポイントデータは、三次元の地図画像においてポイントとして表示する文字列と

、その文字列を関連付ける三次元空間内の位置を特定するための1点の座標の値と、を有する。

[0067] なお、ある区画52の複数のポイントは、図10に示すように複数のポイントデータファイル45に分けて記憶される。複数のポイントは、たとえばそのポイントの重要度あるいは種別毎に分類したグループ毎のポイントデータファイル45に分けて記憶される。種別としては、たとえば交差点名、建物名などのポイントが示すものの属性に基づく種別であればよい。このようにある区画52の複数のポイントを、ポイントの重要度あるいは種別毎に分けたポイントデータファイル45に記憶させることで、たとえば遠方からその区画52を望むような三次元の地図画像を生成する場合には、その区画52において目印となるポイントのデータを記憶するポイントデータファイル45のみを使用して三次元の地図画像を生成することが可能となる。

[0068] なお、地盤データファイル43は、複数のレコードを有し、その各レコードにおいて1つの区画52の地盤のテクスチャデータ81を記憶するようにしてもよい。この場合、地盤データファイル43の各レコードには、少なくともその地盤データファイル43において互いのレコードを区別するための識別番号を付加してもよい。

[0069] 図13は、図5中の広域管理ファイル46のデータ構造を示す説明図である。広域管理ファイル46は、ある1つの区画52に関する情報を記憶するファイルである。広域管理ファイル46は、具体的にはある1つの区画52に関する情報として、自区画52の座標値(外縁の全頂点の座標値)と、隣接する区画52の広域管理ファイル46のリストと、自区画52の地盤データファイル43のリストと、自区画52内の建物データファイル44のリストと、自区画52内のポイントデータファイル45のリストと、を記憶する。

[0070] 自区画52の位置情報は、その広域管理ファイル46が記憶する区画52の、所定の地域51内における位置を示す値である。たとえば区画52が四角形の場合には、自区画52の位置情報は、その四角形の四隅の三次元空間内の位置を特定するための4点の座標値となる。座標値としては、緯度経度および標高の値や、所定の基準点からの相対的な位置関係を示す距離の値などを使用することができる。

[0071] 隣接する区画52の広域管理ファイル46のリストは、その広域管理ファイル46が記憶する自区画52に接する他の区画52の広域管理ファイル46のファイル名のリストと

して構成される。各ファイル名には、自区画52を基準としたそのファイル名に対応する他の区画52の方向や、他の区画52の位置情報などを対応付けてもよい。当該他の区画52の自区画52を基準とした方向としては、たとえば東西南北による8方向などが使用できる。

[0072] 自区画52の地盤データファイル43のリストは、自区画52の地盤データを記憶する地盤データファイル43のファイル名を有する。図13の広域管理ファイル46は、地盤データファイル43のファイル名「地盤Aファイル」を記憶する。

[0073] 自区画52に属する建物データファイル44のリストは、自区画52の建物データを記憶するすべての建物データファイル44のファイル名を有する。図13の広域管理ファイル46は、地盤データファイル43のファイル名として「建物Aファイル」と、「建物Bファイル」とを記憶する。

[0074] 自区画52に属する建物データファイル44のリストにおいて、各建物データファイル44のファイル名には、三次元空間での位置情報と、建物の種別の値と、建物の重要度の値(優先度データ)と、が対応付けられる。なお、この他にも、ビルの名称や所有者、住所、雑居ビルにあっては入居事業者名などを記憶させるようにしてもよい。

[0075] 自区画52に属する建物データファイル44のリストにおいて、建物データファイル44のファイル名と対応付けられる三次元空間での位置情報は、たとえばその建物データファイル44に記憶されるすべての建物が分布するエリアを四角形に切り出し、その四角形のエリアの四隅の座標値である。なお、四角形のエリアの四隅の座標値の代わりに、そのエリアの中心点の座標値などであってもよい。

[0076] 建物データファイル44のファイル名と対応付けられる種別は、その建物データファイル44が記憶する建物に共通の種別を示すものである。そのような種別としては、たとえば平屋根、かわら屋根などのように建物の構造に基づく分類による種別や、たとえば商業施設、工場施設、一般家屋などのように建物の利用目的に基づく分類による種別や、これらの分類を組み合わせた分類による種別などが利用できる。

[0077] 建物データファイル44のファイル名と対応付けられる重要度は、たとえば数字の1から5の中から選択された値を有する。この重要度は、たとえば、その区画52を遠方から見た場合に特徴となるような建物の建物データファイル44に対応付けられる重

要度を5とし、その区画52を近くから見た場合に区画52の景観を構成するような建物の建物データファイル44に対応付けられる重要度を1とすればよい。あるいは、建物をサイズ、高さなどにより分類して各分類につき1つの建物データファイル44を作成し、そのサイズ、高さなどに応じて重要度の値を決めるようにしてもよい。

[0078] 自区画52に属するポイントデータファイル45のリストは、自区画52のポイントデータを記憶するすべてのポイントデータファイル45のファイル名を有する。図13の広域管理ファイル46は、ポイントデータファイル43のファイル名として「ポイントAファイル」と、「ポイントBファイル」とを記憶する。

[0079] 自区画52に属するポイントデータファイル45のリストにおいて、各ポイントデータファイル45のファイル名には、三次元空間での位置情報と、ポイントの種別の値と、ポイントの重要度の値(優先度データ)と、が対応付けられる。

[0080] 自区画52に属するポイントデータファイル45のリストにおいて、ポイントデータファイル45のファイル名と対応付けられる三次元空間での位置情報は、たとえばそのポイントデータファイル45に記憶されるすべての建物が分布するエリアを四角形に切り出し、その四角形のエリアの四隅の座標値である。なお、四角形のエリアの四隅の座標値の代わりに、そのエリアの中心点の座標値などであってもよい。

[0081] ポイントデータファイル45のファイル名と対応付けられる種別は、その建物データファイル45が記憶するポイントに共通の種別を示すものである。そのような種別としては、たとえば道路に関するポイント、建物に関するポイントなどのポイントが関連付けられるものの分類による種別などが利用できる。

[0082] ポイントデータファイル45のファイル名と対応付けられる重要度は、たとえば数字の1から5の中から選択された値を有する。この重要度は、たとえば、その区画52を遠方から見た場合に特徴となるようなポイントのポイントデータファイル45に対応付けられる重要度を5とし、その区画52を近くから見た場合に区画52の詳しい説明をするようなポイントのポイントデータファイル45に対応付けられる重要度を1とすればよい。

[0083] なお、この実施の形態では、広域管理ファイル46は、区画52と1対1対応で設けられている。上述したように、1つの区画52に関する情報を1つの広域管理ファイル46に記憶させる場合、各広域管理ファイル46には各種のデータを記憶する必要がある

。そのため、1つの区画52に対して、複数の広域管理ファイル46を設け、この複数の広域管理ファイル46にその1つの区画52に関する情報を分割して記憶させるようにしてもよい。たとえば、区画52をさらに細分化し、その細分化した区画毎に広域管理ファイル46を設けるようにしてもよい。この場合、広域管理ファイル46は、階層化され、上位の広域管理ファイル46と下位の広域管理ファイル46との間の関連を示すリンク情報が各広域管理ファイル46に追加される。

[0084] この他にもたとえば、自区画52の地盤データと、自区画52内の建物のリストと、自区画52内のポイントのリストとを別々の広域管理ファイル46に記憶するようにしてもよい。このようにデータの種別毎に別々の広域管理ファイル46を設ける場合、ある種別の広域管理ファイル46による区画分けと、他の種別の広域管理ファイル46による区画分けとが、互いに異なるものであってもよい。また、すべての種別の広域管理ファイル46の区画分けは、図6の区画52の区画分けと異なるものであってもよい。

[0085] この他にもたとえば、各広域管理ファイル46の自区画52の位置情報と、その自区画52に隣接する区画52の広域管理ファイル46のリストとは、広域管理ファイル46とは別のファイル(たとえば上位の広域管理ファイルなど)として記憶するようにしてもよい。

[0086] 以上のように、三次元地図配信サーバ1は構成される。次に、空間データベースサーバ2について説明する。

[0087] 図1中の空間データベースサーバ2は、インターネット3に接続される通信I/F101(図4参照)と、記憶デバイス102(図14参照)を有し、また、図示せぬCPU、RAM、ROM、システムバスなどを有する。これらの空間データベースサーバ2の各構成要素は、図2に示すクライアントPC4の同名の構成要素と同じ機能を有するものであり、それらの図示および説明を省略する。

[0088] 図14は、図1中の空間データベースサーバ2の記憶デバイス102の記憶内容を示す図である。空間データベースサーバ2の記憶デバイス102は、検索プログラム103を記憶する。空間データベースサーバ2のCPUが検索プログラム103を実行することで、図4に示すように、空間データベースサーバ2に検索部106が実現される。検索部106は、通信I/F101が受信した検索要求に基づいて都市情報データベース10

4を検索する。検索部106は、検索結果を通信I／F101に送信させる。

[0089] 図15は、都市情報データベース104のデータ構造を示す説明図である。都市情報データベース104は、所定の地域51に存在するコンビニエンスストアなどの各種の店舗に関する情報などを、その店舗の所在地の座標に関連付けて記憶する。都市情報データベース104は、複数のレコードを有する。都市情報データベース104の各レコードは、1つの店舗などに関する情報を記憶する。具体的にはたとえば、都市情報データベース104の各レコードは、1つのコンビニエンスストアに関する情報として、そのコンビニエンスストアの名称、コンビニなどの種別に対応する種別の値、コンビニエンスストアの所在地を示す地点の座標値などを記憶する。コンビニエンスストアの所在地を示す地点の座標値は、所定の地域51を平面とみなした場合のコンビニエンスストアの二次元空間での位置の座標値である。コンビニエンスストアの所在地を示す地点の値を、二次元空間での位置の座標値とすることで、コンビニエンスストアの住所などに基づいて、その地点の値を容易に生成することができる。

[0090] 次に、図4の機能ブロック図を参照しながら、以上の構成を有する三次元都市情報配信システムの動作を説明する。図16は、図1中のクライアントPC4に三次元の地図画像を表示する処理を示すフローチャートである。

[0091] クライアントPC4において三次元の地図画像を閲覧するユーザは、入力デバイス17を用いて、クライアントPC4にユーザ認証情報を入力する(ステップST1)。クライアントPC4のウェブブラウザ部26は、このユーザ認証情報を、通信I／F14へ供給する。クライアントPC4の通信I／F14は、供給されたユーザ認証情報をインターネット3へ送出する。三次元地図配信サーバ1の通信I／F31は、そのユーザ認証情報を受信し、受信したユーザ認証情報をウェブサーバ部36へ供給する(ステップST2)。

[0092] 三次元地図配信サーバ1のウェブサーバ部36は、ユーザ認証情報に基づいてユーザのアクセスを承認すると(ステップST3)、三次元地図データ34から、初期画面データファイル41およびブラウザプラグインプログラムファイル42を読み込み、読み込んだファイルを通信I／F31へ供給する。三次元地図配信サーバ1の通信I／F31は、インターネット3を介して、クライアントPC4の通信I／F14へ供給されたファイルのデータを送信する(ステップST4)。クライアントPC4の通信I／F14は、受信したフ

ァイルをウェブブラウザ部26へ供給する。

[0093] ウェブブラウザ部26は、そのブラウザプラグインプログラムファイル42を実行する。これにより、図4に示すように、クライアントPC4のブラウザ部の一部として、操作検出部111と、三次元画像生成部112と、検索要求部113とが実現される。

[0094] 表示デバイス18は、クライアントPC4の通信I／F14がウェブブラウザ部26へ供給した初期画面データファイル41のデータを用いて、たとえば図17に示す初期画面を表示する。図17は、図4中の表示デバイス18に表示される初期画面の一例を示す図である。図17の初期画面は、左右に並べて2つの表示フレーム121，122を有する。右側の表示フレーム121は、三次元の地図画像を表示するためのフレームである。左側の表示フレーム122は、メニューなどを表示するためのフレームである。なお、初期画面データファイル41による画面では、地図画像は表示されず、フレーム等が表示され、後でそのフレーム内に図17に示すような地図画像が表示される。

[0095] 三次元画像生成部112は、まず、広域管理ファイル46の送信要求を生成する(ステップST5)。三次元画像生成部112が最初に生成する広域管理ファイル46の送信要求は、三次元の地図画像の初期画面を生成するための送信要求である。広域管理ファイル46の送信要求には、ユーザの認証情報、視点情報などが含まれる。

[0096] この最初の視点情報は、たとえば、ブラウザプラグインプログラムファイル42のデータとしてクライアントPC4に提供されたものでよい。また、以前にブラウザプラグインプログラムファイル42を実行している場合には、その最後の視点情報としてもよいし、ユーザが所定の地域51内の市町村リストなどの中から選択した市町村名と対応付けられた所定の視点情報としてもよい。

[0097] 生成された広域管理ファイル46の送信要求は、クライアントPC4の通信I／F14、インターネット3および三次元地図配信サーバ1の通信I／F31を介して、ウェブサーバ部36へ送信される(ステップST6)。

[0098] ウェブサーバ部36は、この最初の広域管理ファイル46の送信要求を受信すると、その要求に含まれる視点から見える地盤の範囲を検索し、その地盤の範囲に対応する広域管理ファイル46を読み込む(ステップST7)。

[0099] ウェブサーバ部36に読み込まれた広域管理ファイル46は、三次元地図配信サー

バ1の通信I／F31、インターネット3およびクライアントPC4の通信I／F14を介して、ウェブブラウザ部26の三次元画像生成部112へ送信される(ステップST8)。

[0100] このように三次元画像生成部112による要求に応じてある区画52の広域管理ファイル46を送信する。したがって、三次元地図配信サーバ1は、一度に、記憶デバイス32内のすべての広域管理ファイル46を送信しない。このため、三次元の地図画像の生成に必要となるデータを効率よく送信することができる。

[0101] なお、三次元画像生成部112は、視点情報の代わりに、広域管理ファイル46のファイル名を送信して直接指定し、ウェブサーバ部36は、その要求された広域管理ファイル46を応答送信するようにしてもよい。

[0102] 最初の広域管理ファイル46を受信すると、三次元画像生成部112は、上述した視点から見える三次元の地図画像の生成処理を開始する(ステップST9)。

[0103] 三次元画像生成部112は、まず、受信した広域管理ファイル46を用いて、上述した視点からの三次元の地図画像を生成するために必要となる地盤データファイル43、建物データファイル44およびポイントデータファイル45を特定する。図18は、図4中の三次元画像生成部112による地盤データファイル43、建物データファイル44およびポイントデータファイル45のリストの生成処理を説明するための説明図である。

[0104] 三次元画像生成部112は、まず、視点131の位置、視線角度、視野角などに基づいて、その右側表示フレーム121に表示する三次元の地図画像における視野132を特定し、広域管理ファイル46から、その視野132内の地盤のデータを抽出する。

[0105] 次に、三次元画像生成部112は、視点131を中心としたたとえば1kmなどの所定の半径(以下、第一半径とよぶ。)の第一の球体133を想定し、その第一の球体133内となる位置の範囲134を特定する。そして、三次元画像生成部112は、広域管理ファイル46から、その位置の範囲134内となる位置の値が対応付けられた建物データファイル44およびポイントデータファイル45であって、且つ、所定の値(たとえば3)以上の重要度が対応付けられた建物データファイル44およびポイントデータファイル45のファイル名を抽出する。

[0106] さらに、三次元画像生成部112は、視点131を中心とした第一半径より小さい半径(以下、第二半径という。)の第二の球体136を想定し、その第二の球体136内となる

位置の範囲137を特定する。そして、三次元画像生成部112は、広域管理ファイル46から、その位置の範囲137内となる位置の値が対応付けられた建物データファイル44およびポイントデータファイル45のファイル名を抽出する。

[0107] なお、建物データファイル44には、4隅の地点の値が対応付けられている。したがって、三次元画像生成部112は、その4隅の地点の値の中のいずれか1つの地点の値が第一の球体133の範囲あるいは第二の球体136の範囲に含まれる場合に、それらの球体の範囲内であると判断すればよい。この他にもたとえば、三次元画像生成部112は、4隅の地点の値のすべてがそれらの球体の範囲に含まれる場合に、それらの球体の範囲内であると判断するようにしてもよい。

[0108] 以上の抽出処理により、三次元画像生成部112は、建物データファイル44およびポイントデータファイル45のファイル名として、第二の球体136内の範囲については、すべての建物データファイル44およびポイントデータファイル45のファイル名を抽出し、第二の球体136外であって且つ第一の球体133内である範囲については、所定の重要度(ここでは3)以上が対応付けられた建物データファイル44およびポイントデータファイル45のファイル名を抽出することになる。

[0109] なお、三次元画像生成部112は、重要度ではなく、ビルの大きさや容積(=ビルの底面積×高さ)に基づいて、所定の容積以上の建物データのレコードを抽出するようにしてもよい。また、三次元画像生成部112は、重要度およびビルの容積に基づいて、建物データのレコードを抽出するようにしてもよい。また、上記抽出処理では、視点131からの三次元空間の距離に基づいて建物データファイル48などの抽出を行っているが、その代わりに、高さを無視し、二次元平面での距離に基づいて抽出を行うようにしてもよい。

[0110] 以上の処理により、三次元画像生成部112は、三次元の地図画像を生成するために必要となる地盤データファイル43、建物データファイル44およびポイントデータファイル45を特定する。

[0111] このように視点の位置を基準として、所定の範囲内の地盤データファイル43のファイル名、建物データファイル44のファイル名、ポイントデータファイル45のファイル名を選択することで、たとえば、視点から遠方を望むような広い視野の三次元の地図画

像を生成する場合であったとしても、それらのデータの総データ量を抑えることができる。

[0112] なお、この実施の形態では、三次元画像生成部112は、視点131からの距離が所定の半径(第一半径)以下の場合と、第二半径以下の場合との2段階に場合分けをしてレコードを抽出している。この他にもたとえば、三次元画像生成部112は、所定の半径(第一半径)以下のみのレコードを抽出するようにしたり、3段階以上のレベルに分けてレコードを抽出するようにしたりしてもよい。

[0113] そして、三次元画像生成部112は、特定したデータファイル43, 44, 45のファイル名を指定したデータファイルの送信要求を生成し、その送信要求を順次ウェブサーバ部36へ送信する(ステップST10)。ウェブサーバ部36は、要求されたファイル名のファイルを三次元地図データ34から読み込み、読み込んだファイルを三次元画像生成部112へ送信する(ステップST11)。

[0114] 三次元画像生成部112は、ある順番にてファイル送信の要求をする。具体的には以下のとおりである。三次元画像生成部112は、特定したデータファイル43, 44, 45のうち、まず、地盤データファイル43の送信を要求し、その後に、建物データファイル44およびポイントデータファイル45の送信を、その重要度の値が大きいものから順番に要求する。

[0115] なお、三次元画像生成部112は、建物データファイル44およびポイントデータファイル45の取得の取得順を、視点から近いものから順番に要求したり、同じ重要度のものについては視点から近いものから順番に要求したりするようにしてもよい。

[0116] ウェブサーバ部36に要求したファイルを受信すると、三次元画像生成部112は、受信したファイルをクライアントPC4の記憶デバイス11などに保存し、上記視点の位置から見た三次元の地図画像の生成を開始する(ステップST12)。

[0117] まず、三次元画像生成部112は、取得した地盤データファイル43に含まれる地盤のテクスチャデータ81をその四隅の座標値に基づいてマッピングして、上記視点から見た地盤の三次元の地図画像を生成する。

[0118] 三次元画像生成部112は、取得した建物データファイル44に含まれる各建物データについて底面の4つの頂点の位置を示すデータと建物の高さを示すデータとから、

建物の立体形状データを生成する。

[0119] 具体的には、三次元画像生成部112は、まず、底面の4つの頂点の位置を示すデータと建物の高さを示すデータとに基づいて、建物が柱形状であるとして、建物の側面のポリゴンデータおよび上面のポリゴンデータを生成する。ポリゴンデータは、そのポリゴンの頂点の座標値を組合せたデータである。また、三次元画像生成部112は、各ポリゴンデータに、予め定められた側面の画像データや上面の画像データを組み合わせる。なお、三次元画像生成部112は、建物の属性(広域管理ファイルにおける種別、建物の大きさなど)の値毎に予め関連付けられた所定の画像を使用するようにしてもよい。これにより、複数のテクスチャデータからなる、建物の立体形状データが生成される。

[0120] なお、三次元画像生成部112は、建物の属性(広域管理ファイルにおける種別、建物の大きさなど)の値や、建築基準法に基づく地域毎の用途や建築基準に基づいて、建物の立体形状データに、建物の屋根形状のデータを付加するようにしてもよい。建物の屋根形状には、陸屋根(平らな屋根)、寄棟屋根、切妻屋根などがある。三次元画像生成部112は、たとえば、地域属性が第一種低層住居専用地域である場合、その地域の建物に寄棟屋根、切妻屋根などのデータを自動的に付加し、商業地域である場合、陸屋根のデータを付加するようにすればよい。これにより、三次元の地図画像は、より現実的な画像となり、ユーザにとって分りやすい画像となる。

[0121] 建物の立体形状データを生成すると、三次元画像生成部112は、その生成した建物の立体形状データの各ポリゴンデータに基づいて、視点から見える各ポリゴンの画像を表示領域に配置して、地盤の三次元の地図画像上に上記視点から見た建物を描画する。

[0122] 三次元画像生成部112は、取得したポイントデータファイル45に含まれるポイントとして、その表示文字列をその視点から正面に見える向きで、地盤の三次元の地図画像の上に描画する。また、三次元画像生成部112は、その描画した表示文字列と、ポイントデータの位置の座標値による位置との間に線分を描画する。なお、この線分は、特に描画しなくてもよい。

[0123] そして、表示デバイス18は、三次元画像生成部112により生成された描画データ

に基づいて、表示画面の右側の表示フレーム121に、供給された三次元の地図画像を割り付けて表示する。これにより、クライアントPC4には、所定の視点からみた三次元の地図画像が表示される。

[0124] また、三次元画像生成部112は、特定したすべてのファイル43, 44, 45を用いた三次元の地図画像を生成するまで、各ファイルの送信要求(ステップST10)から三次元の地図画像の生成処理(ステップST12)を繰り返す(ステップST14)。

[0125] 図17の初期画面では、図7に示す区画52を含むエリアが、視点から第二の半径以上且つ第一半径以下の距離の視野内にある場合の三次元の地図画像が表示されている。図7に示す区画52と視点とが第二の半径以上且つ第一半径以下の距離となっているので、三次元の地図画像には、所定の値(たとえば3)以上の重要度のビル(ここではビル64)と、所定の値(たとえば3)以上の重要度のポイント(交差点名のポイント72)のみが描画されている。

[0126] なお、三次元画像生成部112は、地図の表示に必要であると特定したすべてのファイルの取得が完了していなくても、ファイルを取得したら、三次元の地図画像の生成を開始する。そして、三次元画像生成部112は、その生成開始後に取得するファイルのデータは、そのファイルを取得したら順次、生成した三次元の地図画像に追加するように三次元の地図画像を生成する。したがって、表示デバイス18は、たとえば、まず地盤のみからなる三次元の地図画像を表示した後に、建物およびポイントが順次追加された三次元の地図画像を更新して表示することになる。表示デバイス18は、地図リストのすべてのファイルが取得されなくとも、それまでに取得済みのファイルのデータを用いて三次元の地図画像を表示する。三次元の地図画像は、表示画面において段段と完成に近づいてゆくように表示される。ユーザは、その未完成の三次元の地図画像に基づいてどのエリアをどのような視点で見た画像を生成しているのかを把握することができる。

[0127] 入力デバイス17に対してある入力操作がなされると、操作検出部111は、その操作に対応付けられている入力指示を判断する。そして、操作検出部111は、その入力操作が視点を移動したり回転したりする所定の操作であると判断すると、イベントにより三次元画像生成部112にその入力指示を通知する(ステップST13またはステップ

ST15)。

[0128] 視点の移動あるいは回転の指示が通知されると、三次元画像生成部112は、その指示により更新される視点の新たな位置を計算し、その計算した位置から見た三次元の地図画像を生成する処理を開始する。

[0129] 具体的にはまず、三次元画像生成部112は、視野の範囲に基づいて未取得の広域管理ファイル46が必要か否かを判断する(ステップST16)。未取得の広域管理ファイル46が必要である場合、三次元画像生成部112は、広域管理ファイル46内の、隣接区画の広域管理ファイル46のファイル名を利用して、その広域管理ファイル46のファイル名を指定して、ウェブサーバ部36から取得する。

[0130] 新しい視点から見た三次元の地図画像を生成するために必要となるすべての広域管理ファイル46を取得したら、三次元画像生成部112は、新たな視点に応じた表示画像に必要なデータファイルを特定する(ステップST9)。三次元画像生成部112は、新たに特定したファイルのうち、未取得の、あるいはクライアントPC4の記憶デバイス11にキャッシュされていないファイルを、広域管理ファイル46に基づきファイル名を指定してウェブサーバ部36から取得する(ステップST10およびステップST11)。なお、クライアントPC4の記憶デバイス11には、三次元地図配信サーバ1から取得されたデータファイルが、キャッシュされる。三次元画像生成部112は、取得したファイルのデータを使用して新たな視点から見た三次元の地図画像を生成する。表示デバイス18は、新たに生成された三次元の地図画像を表示する(ステップST12)。

[0131] なお、ステップST13に示すように、三次元画像生成部112は、三次元の地図画像が完成していない状態で入力デバイス17に対する入力操作により視点が移動したり視点が回転したりした場合、前回の視点で特定したファイルの取得処理が完了しないまま、新たな視点で必要なファイルを特定する。そのような場合、三次元画像生成部112は、入力デバイス17に対する入力操作に基づいて、新たな視点で特定されたファイルの取得を開始する。これにより、ユーザの操作に対する三次元の地図画像の更新処理のレスポンスが向上する。

[0132] また、このようにユーザの操作に応じて特定すべきファイルを順次更新し、そのファイルを順次取得した場合、クライアントPC4の記憶デバイス11などには、三次元地図

データ34のファイルが累積的に蓄積される。つまり、ファイルがキャッシュされていく。そのため、たとえば、三次元画像生成部112は、蓄積したファイルのデータ量が所定のデータ量以上になったらあるいはなりそうになったら、既に記憶しているファイルを削除するようにするとよい。この場合、三次元画像生成部112は、蓄積したファイルの中からたとえば最も古くに受信したファイルや、最も長い期間参照されていないファイルから順番に削除するようにするとよい。

[0133] 図19は、図7に示す区画52を含むエリアを、第二半径以下となる距離の視点から見た場合の三次元の地図画像の表示画面を示す図である。図7に示す区画52と視点との距離が第二半径以下となっているので、三次元の地図画像には、すべてのビル64, 65, 66, 67と、すべてのポイント68, 69, 70, 71, 72が描画されている。

[0134] このようにすることで、視点に近い領域については、詳細な三次元地図が表示され、視点から遠い領域については重要度の高いもののみが表示される。三次元地図の場合、視点から近い領域の構造物は大きく、遠い領域の構造物は小さく表示される。ユーザは、現在の視点から遠方にある区画や構造物に関心がある場合には、視点を、その関心のある区画や構造物の付近まで移動させ、その近辺の詳細な地図を表示させようとする。このような三次元地図の特性に鑑みると、視点から遠方の領域についての地図部に小さく表示される構造物を重要度に応じて削除したとしても、ユーザの利便性は損なわれない。

[0135] 以上のように、この三次元都市情報配信システムは、三次元地図配信サーバ1に記憶されているデータを用いて、クライアントPC4に三次元の地図画像を表示する。ユーザは、クライアントPC4の入力デバイス17を操作し、所望のエリアを所望の視点から見た三次元の地図画像を閲覧することができる。

[0136] また、この三次元都市情報配信システムは、インターネット3を介して三次元地図配信サーバ1からクライアントPC4へ、三次元の地図画像を生成するためのデータを効率よく送信し、そのデータを用いた三次元の地図画像をクライアントPC4に表示することができる。

[0137] 図20は、図1中のクライアントPC4に、たとえばコンビニエンスストアなどの店舗の検索結果を表示する処理を示すフローチャートである。

[0138] ユーザが入力デバイス17を操作して、三次元の地図画像に表示されている建物あるいはポイントの文字列を選択すると、操作検出部111は、その選択操作に基づいて三次元の地図画像に表示されている建物あるいはポイントの文字列(三次元地図形状)を選択し、検索要求部113に検索を指示する(ステップST21)。

[0139] 検索要求部113は、選択された建物あるいはポイントの位置情報(座標値)を生成する(ステップST22)。検索要求部113は、たとえば、選択された建物あるいはポイントの広域管理ファイル46における座標値や、生成した建物の立体形状における重心の位置の値などを使用して、この位置情報を生成する。検索要求部113が生成する位置情報は、三次元空間における座標値である。

[0140] 操作検出部111は、生成した選択された建物あるいはポイントの三次元空間における座標値を、クライアントPC4の通信I/F14に供給する。クライアントPC4の通信I/F14は、供給された三次元空間における座標値を、インターネット3を介して三次元地図配信サーバ1の通信I/F31へ送信する(ステップST23)。三次元地図配信サーバ1の通信I/F31は、受信した三次元空間における座標値をウェブサーバ部36へ供給する。

[0141] ウェブサーバ部36は、通信I/F31が三次元空間における位置の値を受信すると、SQL(Structured Query Language)コマンドを生成する(ステップST24)。このSQLコマンドは、所定の位置の値を中心とする所定の範囲の店舗(コンビニエンスストアなどユーザに指定された種別の店舗)を検索するコマンドであり、その所定の位置の値と、コンビニエンスストアに対応する種別の値とが検索条件に含まれる。その際、ウェブサーバ部36は、クライアントPC4から受信した三次元空間における座標値から高さ方向の値を除いた二次元的な座標値を生成し、その座標値をSQLコマンドにおける座標値として使用する。

[0142] ウェブサーバ部36は、SQLコマンドを生成したら、その生成したSQLコマンドを通信I/F31へ供給する。三次元地図配信サーバ1の通信I/F31は、SQLコマンドを、インターネット3を介して空間データベースサーバ2の通信I/F101へ送信する(ステップST25)。空間データベースサーバ2の通信I/F101は、受信したSQLコマンドを検索部106へ供給する。

[0143] 空間データベースサーバ2の検索部106は、SQLコマンドを受信すると、その受信したSQLコマンドに対応して都市情報データベース104を検索し、所定の範囲の店舗(ここではコンビニエンスストア)を抽出する(ステップST26)。具体的にはたとえば、検索部106は、都市情報データベース104から、コンビニエンスストアの属性を有し、且つ、その位置の値とSQLコマンドの所定の位置の値との二次元的な距離が所定の距離以下であるレコードを抽出する。

[0144] SQLコマンドに対応するレコードを抽出した後、検索部106は、抽出したコンビニエンスストアの名称のリストを生成する(ステップST27)。また、検索部106は、各コンビニエンスストアの名称に、そのコンビニエンスストアの二次元的な地点の座標値を対応付ける。

[0145] 空間データベースサーバ2の検索部106は、生成したコンビニエンスストアの名称のリストを通信I／F101へ供給する。空間データベースサーバ2の通信I／F101は、コンビニエンスストアの名称のリストを、インターネット3を介して三次元地図配信サーバ1の通信I／F31へ送信する(ステップST28)。三次元地図配信サーバ1の通信I／F31は、受信したコンビニエンスストアの名称のリストをウェブサーバ部36へ供給する。

[0146] コンビニエンスストアの名称のリストが供給されると、ウェブサーバ部36は、そのコンビニエンスストアの名称のリストを、各コンビニエンスストアの二次元的な座標値を付し、通信I／F31、インターネット3およびクライアントPC4の通信I／F14を介して、クライアントPC4の検索要求部113へ送信する(ステップST29)。検索要求部113は、受信したリストを、表示デバイス18へ出力する。表示デバイス18は、コンビニエンスストアの名称のリストを、表示画面の左側の表示フレーム122に表示する(ステップST30)。

[0147] 図21は、図19の三次元の地図画像において文字列「×○ビル」が選択された場合に表示される表示画面を示す図である。表示画面の左側の表示フレーム122には、「×○ビル」の位置の座標値から二次元空間において所定の範囲内にあるコンビニエンスストアの名前のリスト(「○×コンビニ」と「コンビニ△」と)が表示される。表示画面の右側の表示フレーム121には、三次元の地図画像が表示されたままになってい

る。

[0148] 引き続きたとえば、ユーザの所定の操作があると、操作検出部111からの指示に基づいて、検索要求部113は、コンビニエンスストアの名前のリストの中から1つを選択する。検索要求部113は、選択したコンビニエンスストアの名前にリンクされている二次元空間の座標値に高さ方向の値として「0メートル」を加えた、三次元の位置の値を三次元画像生成部112へ供給する。三次元画像生成部112は、視野の中心と地盤との交点がその検索要求部113から供給された三次元の座標値となるように視点を移動し、その移動した視点からの三次元の地図画像を生成する。表示デバイス18は、生成された三次元の地図画像を表示する。

[0149] 以上のように、この三次元都市情報配信システムは、クライアントPC4の三次元の地図画像において選択された建物あるいはポイントの近所にあるコンビニエンスストアを空間データベースサーバ2で検索し、その検索結果をクライアントPC4に表示する。また、その検索結果としてのコンビニエンスストアの名称のリストから1つのコンビニエンスストアの名称が選択された場合、そのコンビニエンスストアの位置が、表示フレームの中心となるように、三次元の地図画像を更新する。ユーザは、クライアントPC4の入力デバイス17を操作し、表示している三次元の地図画像内の建物などに関連付けられた情報を得ることができる。

[0150] 以上の実施の形態は、本発明の好適な実施の形態の例であるが、本発明はこれに限定されるものではなく、種々の変形、変更が可能である。

[0151] たとえば、この実施の形態の三次元都市情報配信システムでは、各区画52の地盤の画像として、1つの地盤の画像を使用している。この他にもたとえば、解像度(データ量)が異なる複数の地盤の画像を準備し、視点と地盤との距離などに応じてその解像度の異なる複数の地盤の画像の中から1つを選択し、その選択した画像を各区画の地盤の画像として使用するようにしてもよい。たとえば、視点から地盤までの距離が大きい場合には、解像度の低い地盤の画像を使用し、視点から地盤までの距離が小さい場合には、解像度の高い地盤の画像を使用するようにすればよい。これにより、視点と地盤との距離が大きい場合であっても、三次元の地図画像を生成するために送信する地盤データの総データ量を、視点と地盤との距離が小さい場合と同等のデ

ータ量に抑制することができる。

[0152] この実施の形態の三次元都市情報配信システムでは、各地盤の画像として、航空写真に基づく画像あるいはベクトルデータに基づく画像を使用している。この他にもたとえば、航空写真に基づく画像とベクトルデータに基づく画像とを重ね合わせた画像を、各地盤の画像として使用してもよい。ベクトルデータに基づく画像の代わりに、半透明カラーの二次元ポリゴン画像を使用してもよい。これにより、航空写真に基づく画像として解像度が低いものを使用しつつ、地盤の境界が把握しやすい鮮明で視認性のよい地盤の画像を得ることができる。航空写真に基づく画像の解像度を下げることで、1回の三次元の地図画像の生成処理の際に転送するデータ量を削減することができる。

[0153] また、航空写真に基づく画像として色数が少ないたとえば白黒などの単色の画像を使用することで、視認性を損なうことなく転送するデータ量をさらに削減することができる。単色の地盤の画像のデータ量は、フルカラーの地盤の画像のデータ量の約三分の一になる。さらに、単色の画像の色をたとえば季節や時間帯などに応じて変更することで、画像に季節感などを持たせることができる。

[0154] また、各地盤の画像として、航空写真に基づく画像などのように平面的な画像ではなく、起伏のある地盤データから生成した地盤の画像を使用するようにしてもよい。

[0155] この実施の形態の三次元都市情報配信システムは、一般的な三次元の地図画像を表示させているが、この他にもたとえば、観光用の地図画像、防災用の地図画像、商業用の地図画像、不動産情報用の地図画像などを表示させるようにしてもよい。このように特定の目的の地図画像を表示させる場合、たとえば、ビルに貼り付けるテクスチャデータの画像をその情報に応じて変更したり、その情報に応じてビルの高さを高くしたり低くしたりしてもよい。具体的にはたとえば、防災用の地図画像において、地域別の防災レベルの情報に基づいて、ビルの色を、危険度に応じて赤、青、緑などのように色分けするようにしてもよい。これらの視覚効果を狙った処理をすることで、ユーザにそれらの付加情報を効果的に把握させることができる。

[0156] また、ポイントデータに基づいて表示するポイントの色や大きさを、視点からの距離などに応じて変更するようにしてもよい。たとえば、視点から離れたポイントの表示サイ

ズを段階的に小さくしたり、視点から離れたポイントの色の彩度や明度などを段階的に減らしたりしてもよい。これにより、相対的に視点に近い位置にあるポイントの視認性を向上させることができる。

[0157] この実施の形態の三次元都市情報配信システムは、俯瞰図的な三次元の地図画像を表示させているが、この他にもたとえば、人の目線の高さでの町並みの三次元の画像などを表示させてもよい。人の目線の高さでの町並みの三次元の画像を表示させる場合、たとえば1本の木の画像をポイントデータとして登録し、視点の位置に対して正対するようにその木を並べることで、街路樹を生成することができる。特に、この実施の形態の三次元都市情報配信システムにおいてそのようなデータを追加することで、俯瞰図的な三次元の地図画像と、人の目線の高さでの町並みでの三次元の地図画像とを1つのシステムにて提供することができる。

[0158] この実施の形態の三次元都市情報配信システムは、各区画の広域管理ファイル46は、三次元地図データとして予め記憶されている。この他にもたとえば、三次元地図配信サーバ1は、要求に応じて適当な広域管理ファイルを動的に生成し、それをクライアントPC4へ送信するようにしてもよい。

[0159] この実施の形態の三次元都市情報配信システムは、選択した建物あるいはポイントの近くにあるコンビニエンスストアを検索して表示しているが、コンビニエンスストア以外のものを検索して表示するようにしてもよい。この場合、たとえば建物あるいはポイントの選択時に、コンビニエンスストア、駅などの検索項目を表示し、その中から選択された検索項目で検索するようにすればよい。

[0160] この実施の形態の三次元都市情報配信システムでは、位置の座標値および種別を含むSQLコマンドを用いて1つの都市情報データベース104の全体を検索している。この他にもたとえば、都市情報データベース104を分割した複数のデータベースを備えていてもよい。特に、三次元地図データ34におけるデータの管理単位である各区画52と対応付けてデータを分けた複数のデータベースとし、SQLコマンドに区画52の情報を追加することで、区画52単位での検索が可能となり、1つのデータベースからなる都市情報データベース104の全体を検索する場合より短い検索時間で、選択された建物やポイントの近隣の情報の検索を完了することができる。

[0161] この実施の形態では、三次元地図配信サーバ1は、SQLコマンドを生成し、空間データベースサーバ2は、そのSQLコマンドを用いて都市情報データベース104を検索している。この他にもたとえば、三次元地図配信サーバ1は、他のデータベース検索コマンド、その他の検索コマンドを生成するようにしてもよい。そして、空間データベースサーバ2は、当該他のデータベース検索コマンドを受け取ると、当該他のデータベース検索コマンドを用いて検索するようにしてもよい。また、空間データベースサーバ2は、その他の検索コマンドを用いて、インターネット上、LAN上またはローカルマシン上の情報(たとえばファイル)などについて検索するようにしてもよい。

[0162] この実施の形態の三次元都市情報配信システムでは、三次元地図配信サーバ1からクライアントPC4へ三次元地図データ34を送信し、クライアントPC4において視点に応じた地盤の画像などを生成している。この他にもたとえば、三次元地図配信サーバ1において視点に応じた地盤の画像を生成し、これをクライアントPC4に送信して表示するようにしてもよい。

[0163] 特に、三次元地図配信サーバ1において視点に応じた地盤の画像を生成する場合、二次元ベクトル地図の画像を元図として生成することで、地盤の画像は、地盤の距離に応じた情報量の画像となり好適である。つまり、二次元ベクトル地図の画像を元図として使用することで、視点に近い地盤では二次元ベクトル地図の画像と同等の詳しさの画像となり、視点から遠い地盤では二次元ベクトル地図の画像よりも粗い画像となる。

[0164] なお、二次元ベクトル地図が複数のレイヤを使用する場合、三次元地図配信サーバ1は、そのレイヤ単位で視点に応じた地盤の画像を生成し、クライアントPC4はそのレイヤの重ねあわせ順でレイヤ単位の地盤の画像を重ね合わせて、地盤の画像を生成すればよい。

[0165] また、二次元ベクトル地図においてバンプマッピング(ハイトマッピング)をする場合、三次元地図配信サーバ1は、そのバンプマッピングに使用する高さ情報用のグレースケール画像を視点に応じて切り出してクライアントPC4へ送信するようにしても、予め所定の範囲のグレースケール画像をクライアントPC4へ送信し、クライアントPC4において視点に応じて切り出して使用するようにしてもよい。特に、この2つの送信方法

の双方が可能となるようにすることで、各クライアントPC4における表示効率を向上させ、各クライアントPC4において効率よく三次元の地図画像を表示させることが可能となる。

[0166] この実施の形態では、三次元の地図画像において、地盤の画像の上に建物とポイントとを描画している。この他にもたとえば、地盤の画像の上に、河川や道路などの構造物を描画するようにしてもよい。

[0167] 上記実施の形態では、三次元地図配信サーバ1、空間データベースサーバ2およびクライアントPC4は、インターネット3を介して接続されているが、LAN(Local Area Network)などの他のコンピュータネットワークを介して接続されるようにしてもよい。

[0168] 上記実施の形態では、建物データファイル44は、各建物データにおいて底面の4つの頂点データを有する。この他にもたとえば、建物データファイル44は、各建物データにおける底面の頂点データとして、3つあるいは5つ以上の頂点データを有するものであってもよい。これにより、底面が四角形ではない建物についても、その建物の形状のままの形状データを生成することができる。たとえば、建物データにおける底面の頂点データとして6つの頂点データを有する場合、その記憶される6つの頂点データに基づいて、六角形の建物の形状データを生成することができる。

産業上の利用可能性

[0169] 本発明に係る三次元地図配信サーバ装置、クライアント端末装置および三次元地図配信システムは、三次元の地図画像のデータをネットワーク経由で配信して表示する場合に好適に利用することができる。

請求の範囲

[1] 三次元の地図画像を生成するための地盤上に描画される複数の構造物の形状データを記憶する記憶手段と、

ネットワークに接続されたサーバ通信手段と、

区域内の上記複数の構造物の形状データのリストであって、且つ、上記区域あるいは構造物の位置情報を有するリストを上記サーバ通信手段を介して送信するリスト送信手段と、

上記リストの位置情報に基づいて選択された上記形状データの送信要求を上記サーバ通信手段が受信したら、上記記憶手段からその要求に係る形状データを上記サーバ通信手段を介して送信するデータ送信手段と、

を有することを特徴とする三次元地図配信サーバ装置。

[2] 前記記憶手段は、前記複数の構造物の形状データを、構造物のサイズ、高さあるいは種別毎に分類したグループ毎のファイルとして記憶し、

前記データ送信手段は、上記ファイル単位で形状データを送信すること、

を特徴とする請求項1記載の三次元地図配信サーバ装置。

[3] 前記構造物の形状データのリストは、前記形状データに対応付けて、所定の条件によりこの形状データに基づき構造物を表示するか否かの切り換えるための表示制御データを含むことを特徴とする請求項1または2記載の三次元地図配信サーバ装置。

[4] 前記表示制御データは、表示／非表示を制御するための優先度データであって、構造物のサイズ、高さあるいは種別に応じた値を有することを特徴とする請求項3記載の三次元地図配信サーバ装置。

[5] 前記記憶手段は、前記構造物の形状データとして、その構造物の底面の頂点データと高さデータとを記憶することを特徴とする請求項1から4の中のいずれか1項記載の三次元地図配信サーバ装置。

[6] 前記サーバ通信手段は、前記三次元の地図画像を生成するための視点情報あるいは前記リストの送信要求を受信し、

前記リスト送信手段は、受信した視点情報あるいはリストの送信要求に応じて、その

要求に係る地域に限定した前記リストを送信することを特徴とする請求項1から5の中のいずれか1項記載の三次元地図配信サーバ装置。

[7] 前記三次元の地図画像において選択された構造物の三次元の位置情報あるいは前記三次元の地図画像内の所定の地点に関連付けられて且つその地点に関する表示用情報を有するポイントの三次元の位置情報が前記サーバ通信手段により受信されたら、その三次元の位置情報を二次元の位置情報へ変換した検索コマンドを生成する検索コマンド生成手段と、

二次元の位置情報に対応付けられて記憶されている情報であって、且つ、上記検索コマンドの二次元の位置情報の位置から所定の範囲内の位置情報と対応付けられている情報を表示する表示データを生成し、前記サーバ通信手段を介して送信する検索結果送信手段と、

を有することを特徴とする請求項1から6の中のいずれか1項記載の三次元地図配信サーバ装置。

[8] 三次元の地図画像内の所定の地点に関連付けられて且つその地点に関する表示用情報を有する複数のポイントのポイントデータを記憶する記憶手段と、

ネットワークに接続されたサーバ通信手段と、

区域内の上記複数のポイントのポイントデータのリストであって、且つ、上記区域あるいはポイントの位置情報を有するリストを上記サーバ通信手段を介して送信するリスト送信手段と、

上記リストの位置情報に基づいて選択された上記ポイントデータの送信要求を上記サーバ通信手段が受信したら、上記記憶手段からその要求に係るポイントデータを上記サーバ通信手段を介して送信するデータ送信手段と、

を有することを特徴とする三次元地図配信サーバ装置。

[9] ネットワークに接続されたクライアント通信手段と、

三次元の地図画像を生成するために地盤上に描画されるある区域内の複数の構造物の形状データのリストであって、且つ、上記区域あるいは構造物の位置情報を有するリストを上記クライアント通信手段を介して受信するリスト受信手段と、

三次元の地図画像を生成するための視点情報および上記リストにおける位置情報

に基づいて、上記リストにおいて視点から所定の距離の範囲内となる位置に対応付けられた上記形状データの送信要求を上記クライアント通信手段を介して送信し、上記形状データを上記クライアント通信手段を介して受信するデータ受信手段と、

上記送信要求に基づいて受信された上記形状データを用いて、上記視点からある角度で地盤に向かう視野内の三次元の地図画像のデータを生成する画像データ生成手段と、

上記画像データ生成手段により生成されたデータに基づいて三次元の地図画像を表示する表示手段と、

を有することを特徴とするクライアント端末装置。

[10] 前記複数の構造物の形状データのリストは、前記複数の構造物の形状データを、構造物のサイズ、高さあるいは種別毎に分類したグループ毎のファイルのファイル名を含み、

前記データ受信手段は、前記形状データの送信要求において上記ファイル名を指定し、上記ファイル単位で前記形状データを受信すること、

を特徴とする請求項9記載のクライアント端末装置。

[11] 前記構造物の形状データのリストは、前記形状データに対応付けて、所定の条件によりこの形状データに基づき構造物を表示するか否かの切り換えるための表示制御データを含み、

前記データ通信手段は、視点から所定の距離の範囲内となる位置に対応付けられた前記形状データのうち、視点からの距離および上記表示制御データに対する条件を満たす前記形状データのみについて送信要求を送信すること、

を特徴とする請求項9または10記載のクライアント端末装置。

[12] 前記表示手段に表示されている三次元の地図画像の中から構造物あるいはその三次元の地図画像内の所定の地点に関連付けられて且つその地点に関する表示用情報を有するポイントを選択する選択手段と、

上記選択された構造物あるいはポイントの位置情報を含み、上記選択された構造物あるいはポイントの周辺情報を検索する指示を、前記クライアント通信手段を介して送信する検索指示手段と、を有し、

前記表示手段は、上記検索の指示に基づいて前記クライアント通信手段を介して受信した検索結果を、上記三次元の地図画像とともに表示すること、

を特徴とする請求項9から11の中のいずれか1項記載のクライアント端末装置。

[13] ネットワークに接続されたクライアント通信手段と、

三次元の地図画像を生成するために地盤内の所定の地点に関連付けられて且つその地点に関する情報を表示するために描画されるある区域内の複数のポイントのポイントデータのリストであって、且つ、上記区域あるいは構造物の位置情報を有するリストを上記クライアント通信手段を介して受信するリスト受信手段と、

三次元の地図画像を生成するための視点情報および上記リストにおける位置情報に基づいて、上記リストにおいて視点から所定の距離の範囲内となる位置に対応付けられた上記ポイントデータの送信要求を上記クライアント通信手段を介して送信し、上記ポイントデータを上記クライアント通信手段を介して受信するデータ受信手段と、

上記送信要求に基づいて受信された上記ポイントデータを用いて、上記視点からある角度で地盤に向かう視野内の三次元の地図画像のデータを生成する画像データ生成手段と、

上記画像データ生成手段により生成されたデータに基づいて三次元の地図画像を表示する表示手段と、

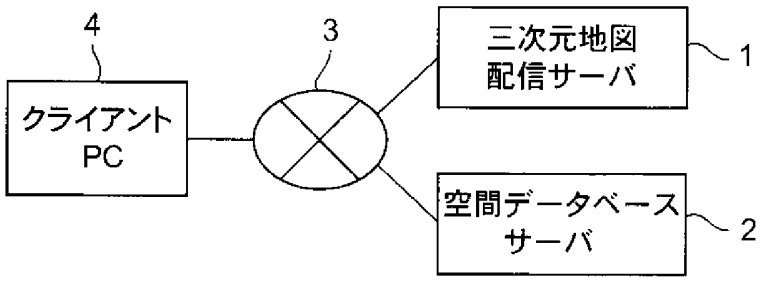
を有することを特徴とするクライアント端末装置。

[14] ネットワークに接続される請求項1から7の中のいずれか1項記載の三次元地図配信サーバ装置と、

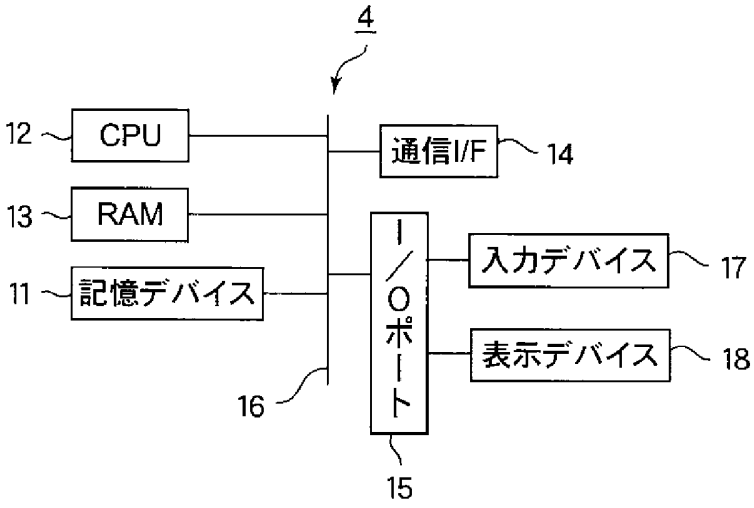
上記ネットワークに接続される請求項9から12の中のいずれか1項記載のクライアント端末装置と、

を有することを特徴とする三次元地図配信システム。

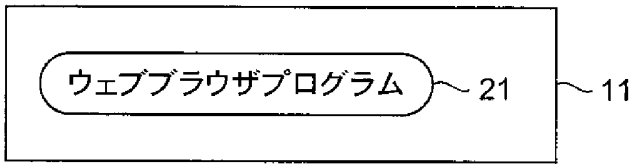
[図1]


4
3
三次元地図
配信サーバ
1
クライアント
PC
空間データベース
サーバ
2

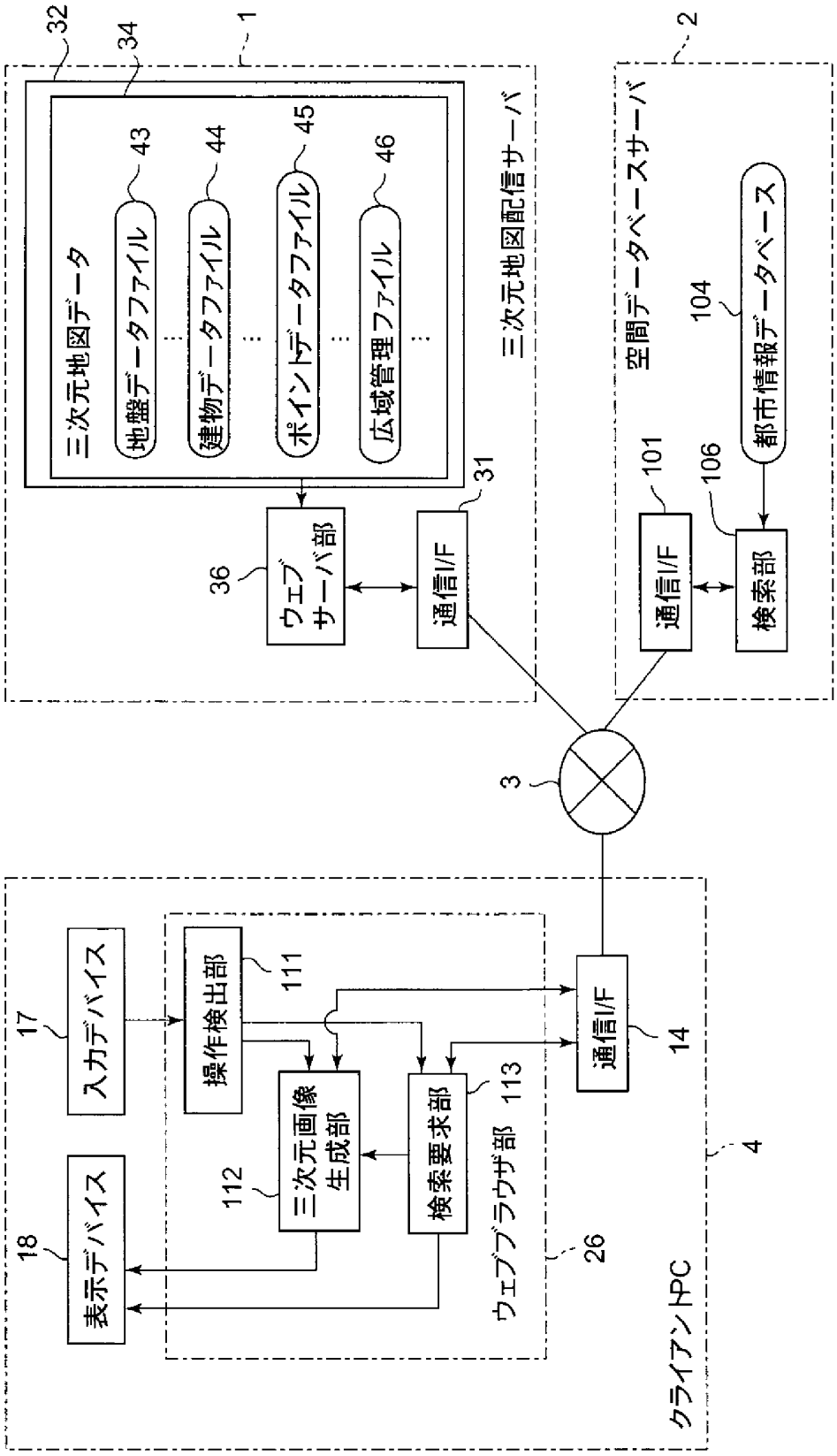
[図2]


4
12
CPU
通信I/F
14
13
RAM
11
記憶デバイス
I/Oポート
入力デバイス
17
表示デバイス
18
16
15

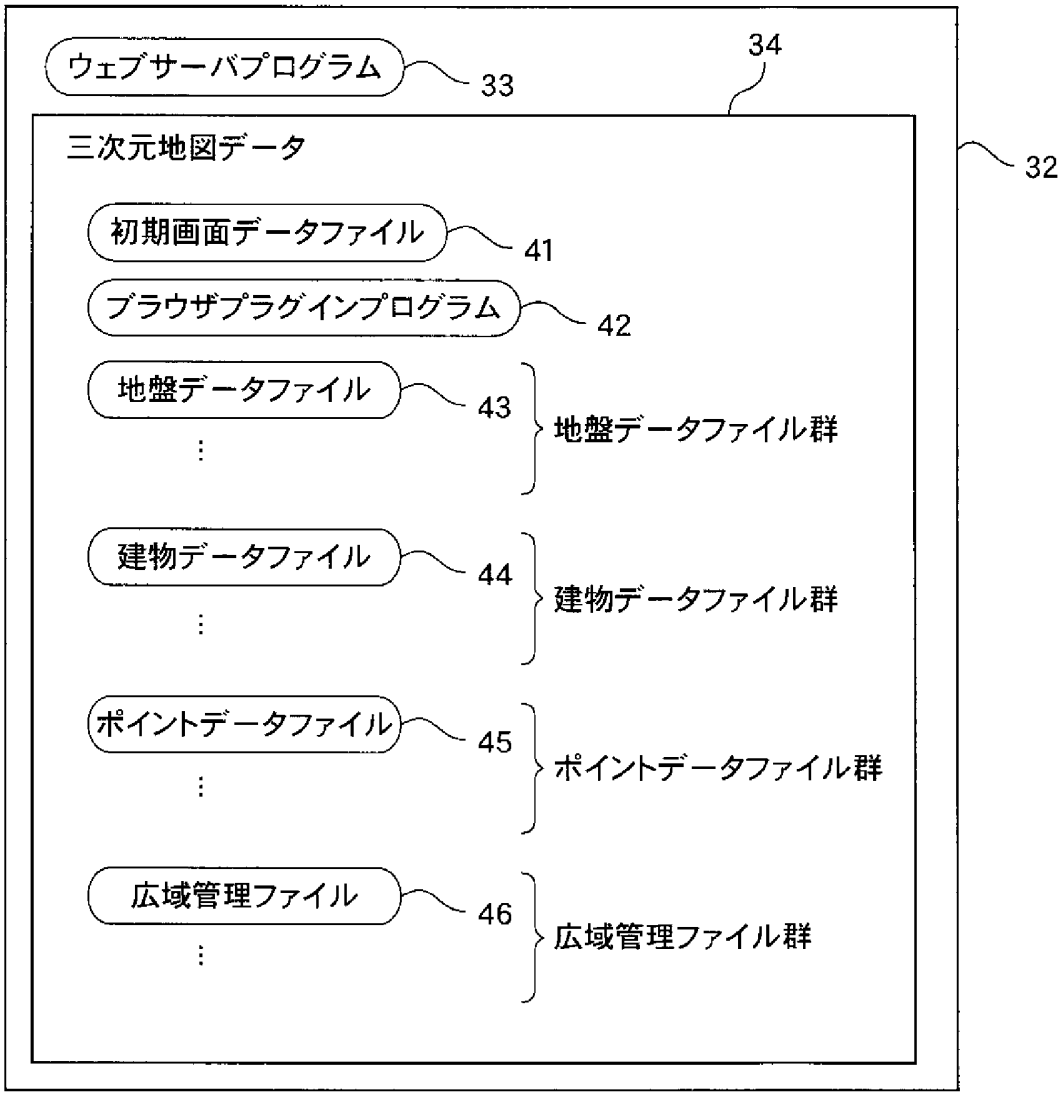
[図3]


ウェブブラウザプログラム
21
11

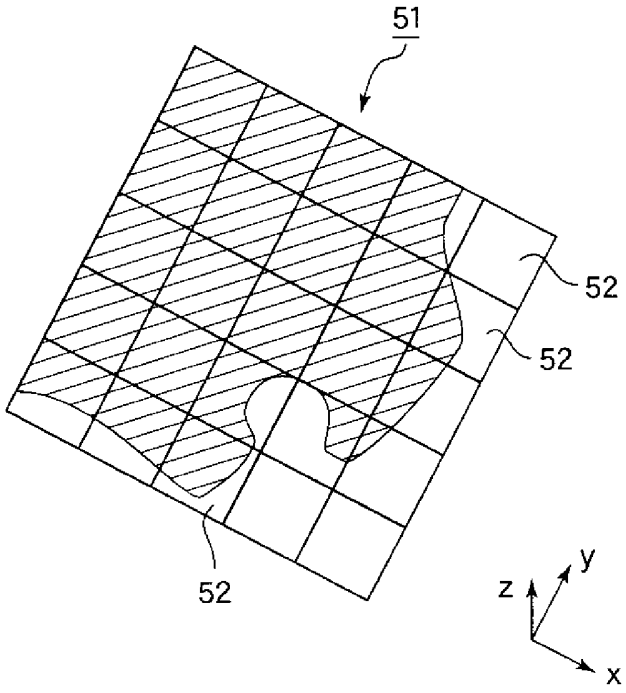
[図4]


三次元地図配信サーバ
三次元地図データ
地盤データファイル
建物データファイル
ポイントデータファイル
広域管理ファイル
ウェブサーバ部
通信I/F
空間データベースサーバ
都市情報データベース
検索部
通信I/F
クライアントPC
入力デバイス
表示デバイス
操作検出部
三次元画像生成部
検索要求部
ウェブブラウザ部
通信I/F
1
2
3
4
17
18
26
31
32
34
36
43
44
45
46
101
104
106
111
112
113
14

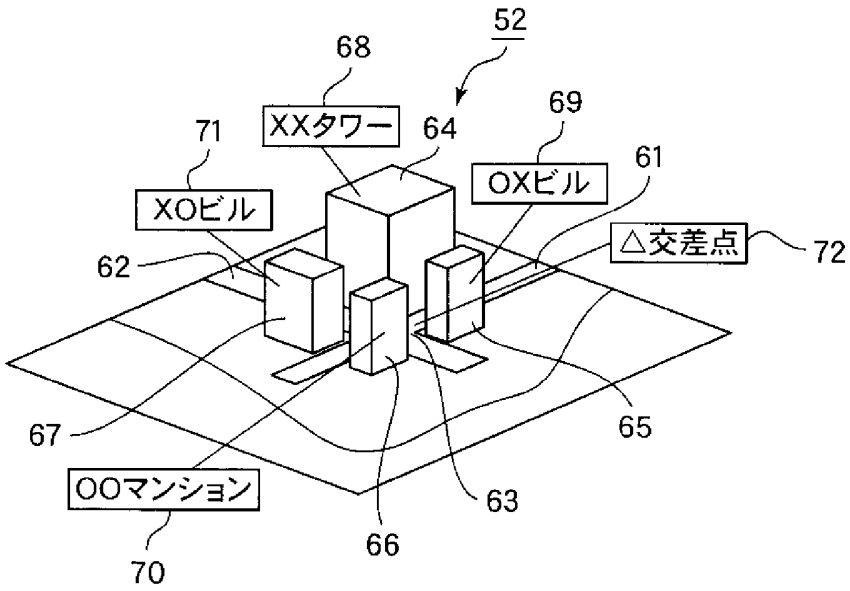
[図5]


ウェブサーバプログラム
33
34
三次元地図データ
32
初期画面データファイル
41
ブラウザプラグインプログラム
42
地盤データファイル
43
地盤データファイル群
建物データファイル
44
建物データファイル群
ポイントデータファイル
45
ポイントデータファイル群
広域管理ファイル
46
広域管理ファイル群

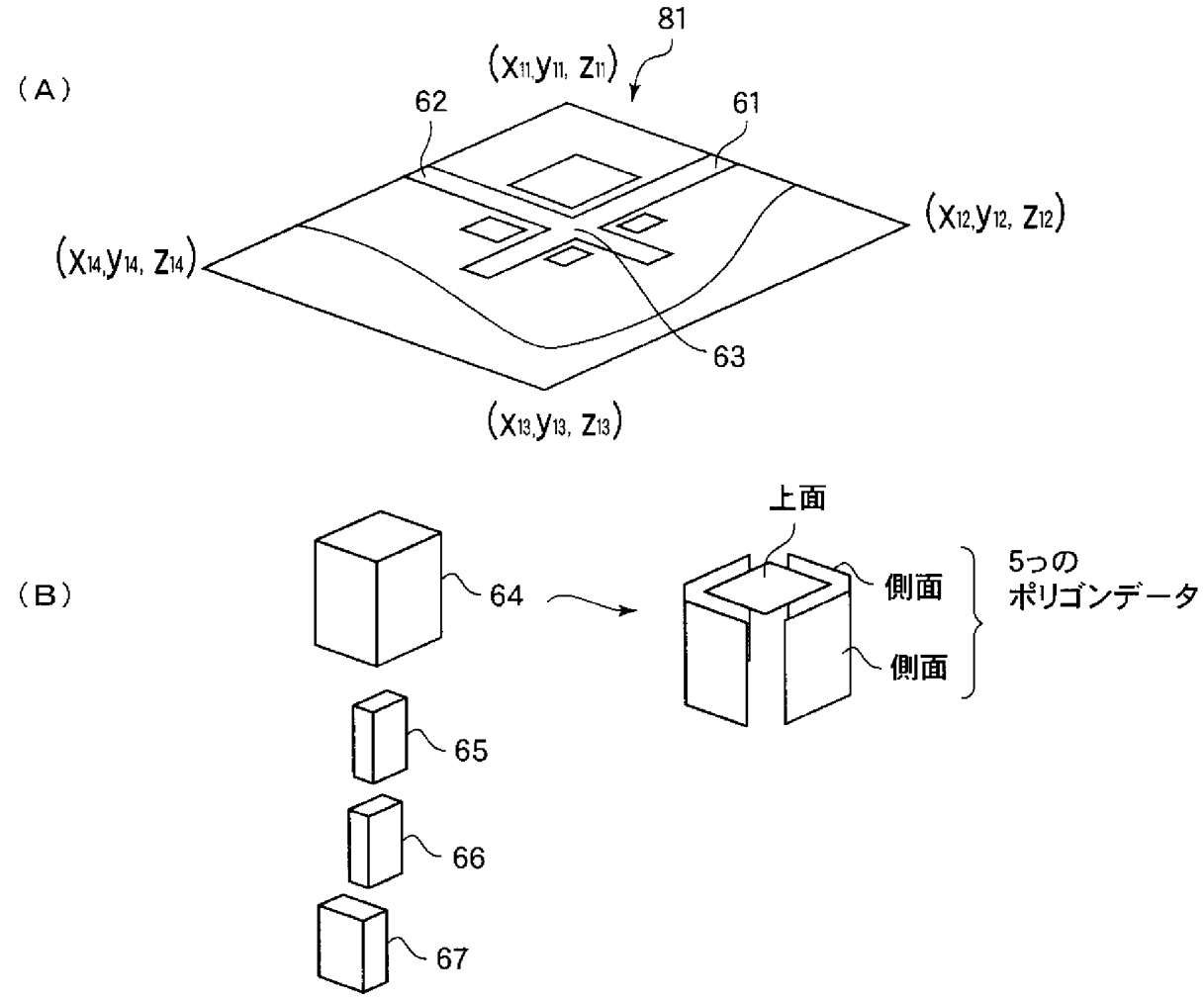
[図6]


51
52
52
52
y
z
x

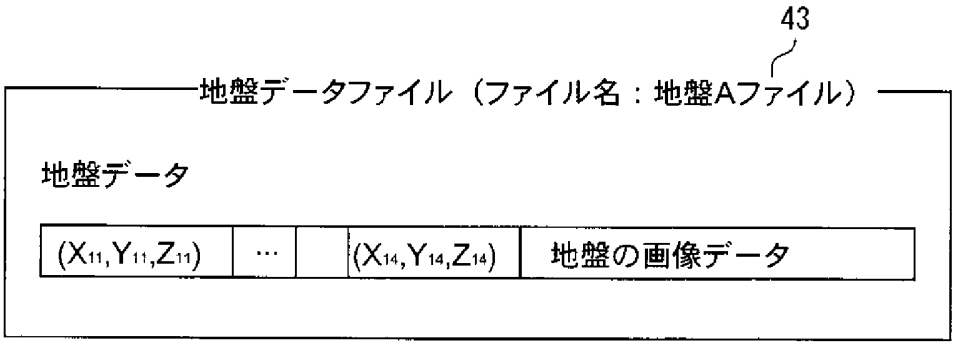
[図7]


52
68
XXタワー
64
69
OXビル
61
71
XOビル
△交差点
72
62
67
65
63
OOマンション
66
70

[図8]

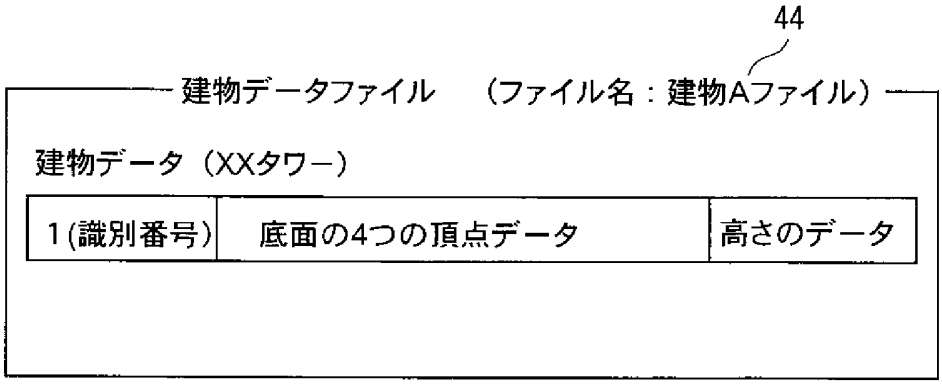

（A）
81
(X11,y11, Z11)
62
61
(X12,y12, Z12)
(X14,y14, Z14)
63
(X13,y13, Z13)
（B）
64
上面
側面
側面
5つの
ポリゴンデータ
65
66
67
（C）
XXタワー
68
XOビル
69
OOマンション
70
OXビル
71
△交差点
72

[図9]

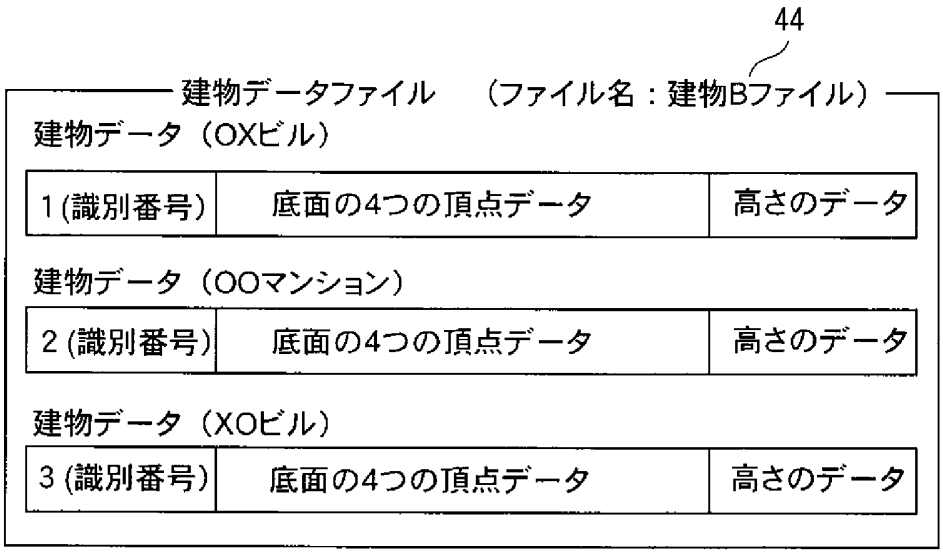

43
地盤データファイル（ファイル名：地盤Aファイル）
地盤データ
(X11,Y11,Z11)
…
(X14,Y14,Z14)
地盤の画像データ

[図10]

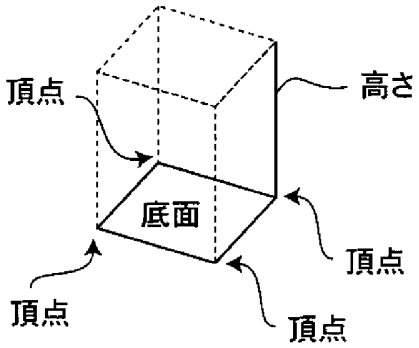
(A)


44
建物データファイル （ファイル名：建物Aファイル）
建物データ（XXタワー）
1(識別番号)
底面の4つの頂点データ
高さのデータ

(B)


44
建物データファイル （ファイル名：建物Bファイル）
建物データ（OXビル）
1(識別番号)
底面の4つの頂点データ
高さのデータ
建物データ（OOマンション）
2(識別番号)
底面の4つの頂点データ
高さのデータ
建物データ（XOビル）
3(識別番号)
底面の4つの頂点データ
高さのデータ

[図11]



[図12]

(A)

45

ポイントデータファイル　（ファイル名：ポイントAファイル）

ポイントデータ（△交差点）

1（識別番号）	座標値	△交差点

(B)

45

ポイントデータファイル　（ファイル名：ポイントBファイル）

ポイントデータ（XXタワー）

1（識別番号）	座標値	XXタワー

ポイントデータ（OXビル）

2（識別番号）	座標値	OXビル

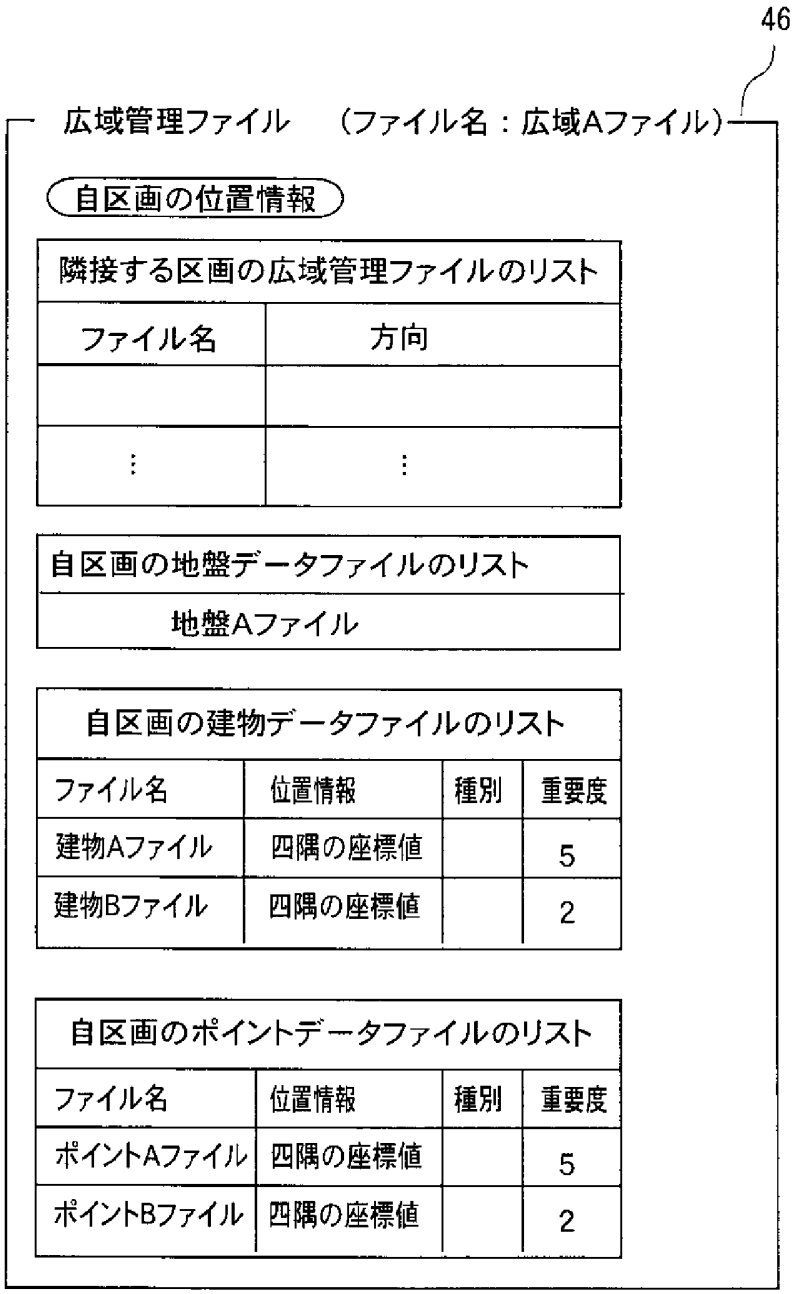
ポイントデータ（OOマンション）

3（識別番号）	座標値	OOマンション

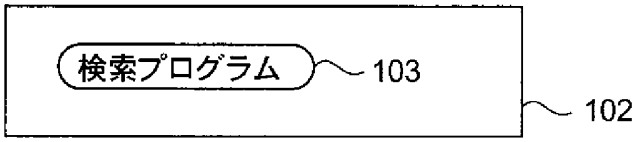
ポイントデータ（XOビル）

4（識別番号）	座標値	XOビル

[図13]


46
広域管理ファイル （ファイル名：広域Aファイル）
自区画の位置情報
隣接する区画の広域管理ファイルのリスト
ファイル名
方向
自区画の地盤データファイルのリスト
地盤Aファイル
自区画の建物データファイルのリスト
ファイル名
位置情報
種別
重要度
建物Aファイル
四隅の座標値
5
建物Bファイル
四隅の座標値
2
自区画のポイントデータファイルのリスト
ファイル名
位置情報
種別
重要度
ポイントAファイル
四隅の座標値
5
ポイントBファイル
四隅の座標値
2

[図14]

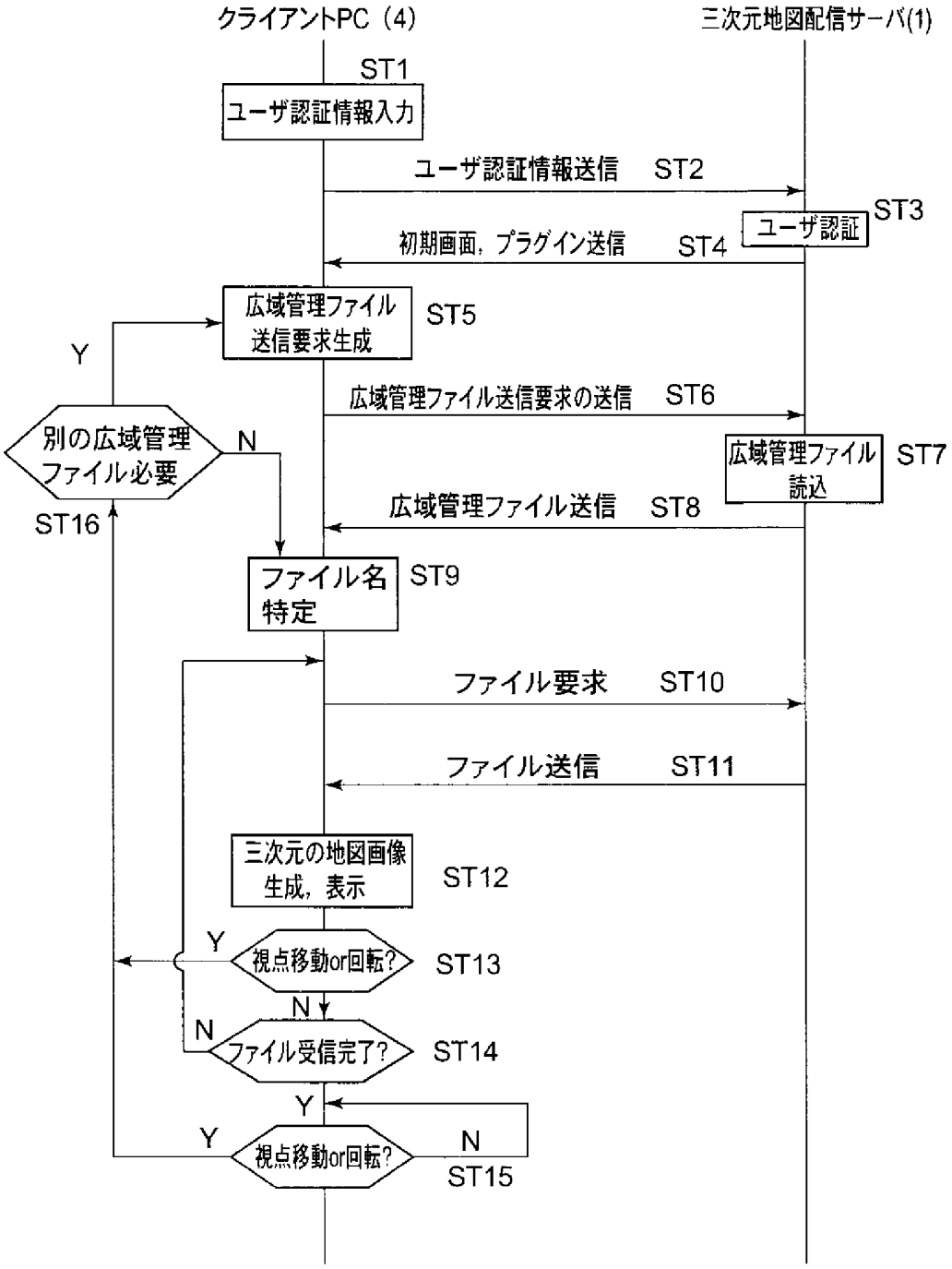

検索プログラム
103
102

[図15]

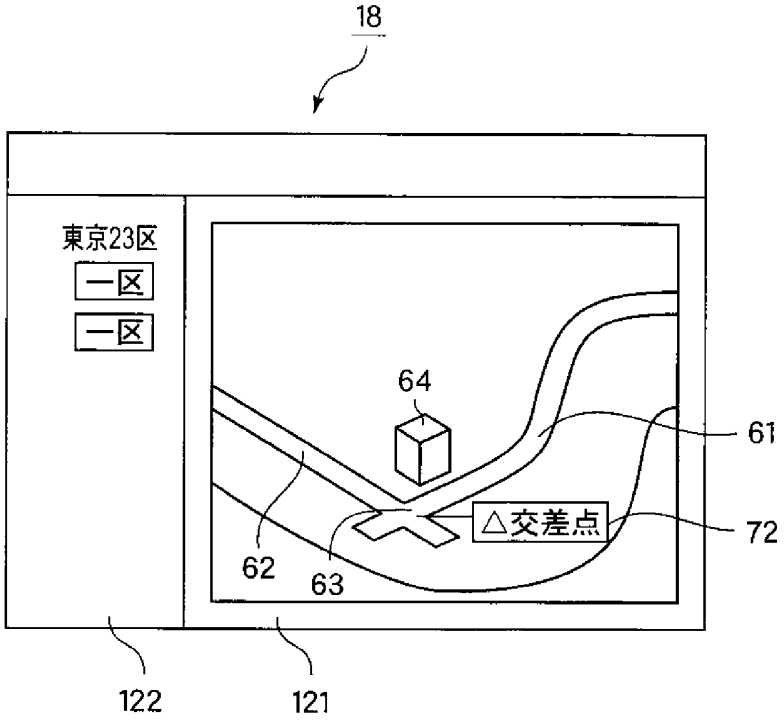
104

名称	種別	地点の座標値	...
⋮			
OXコンビニ	コンビニ	(X_1, Y_1)	
⋮			
コンビニ△	コンビニ	(X_2, Y_2)	
⋮			

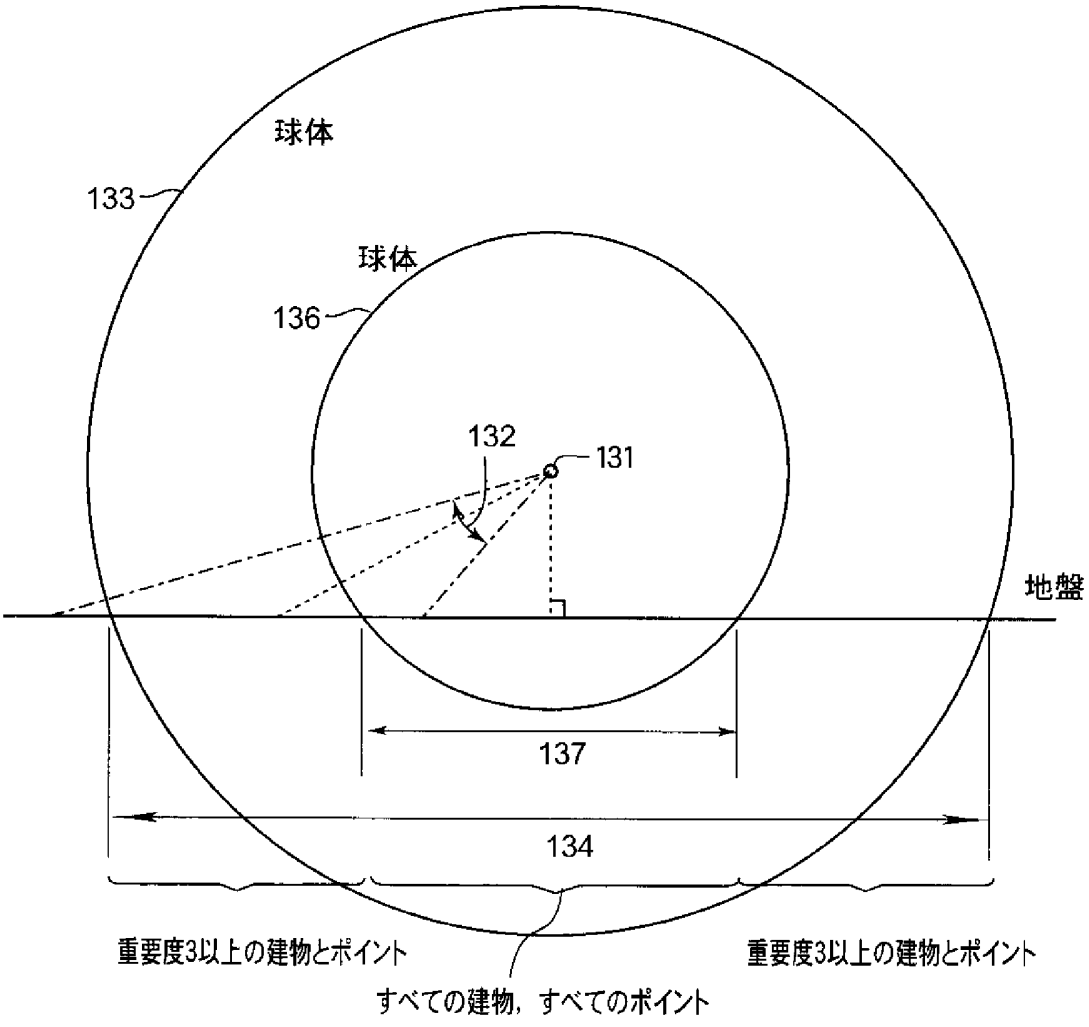
[図16]


クライアントPC（4）
三次元地図配信サーバ(1)
ST1
ユーザ認証情報入力
ユーザ認証情報送信 ST2
ユーザ認証 ST3
初期画面，プラグイン送信 ST4
広域管理ファイル送信要求生成 ST5
Y
広域管理ファイル送信要求の送信 ST6
別の広域管理ファイル必要
N
広域管理ファイル読込 ST7
ST16
広域管理ファイル送信 ST8
ファイル名特定 ST9
ファイル要求 ST10
ファイル送信 ST11
三次元の地図画像生成，表示 ST12
Y
視点移動or回転? ST13
N
N
ファイル受信完了? ST14
Y
Y
視点移動or回転?
N
ST15

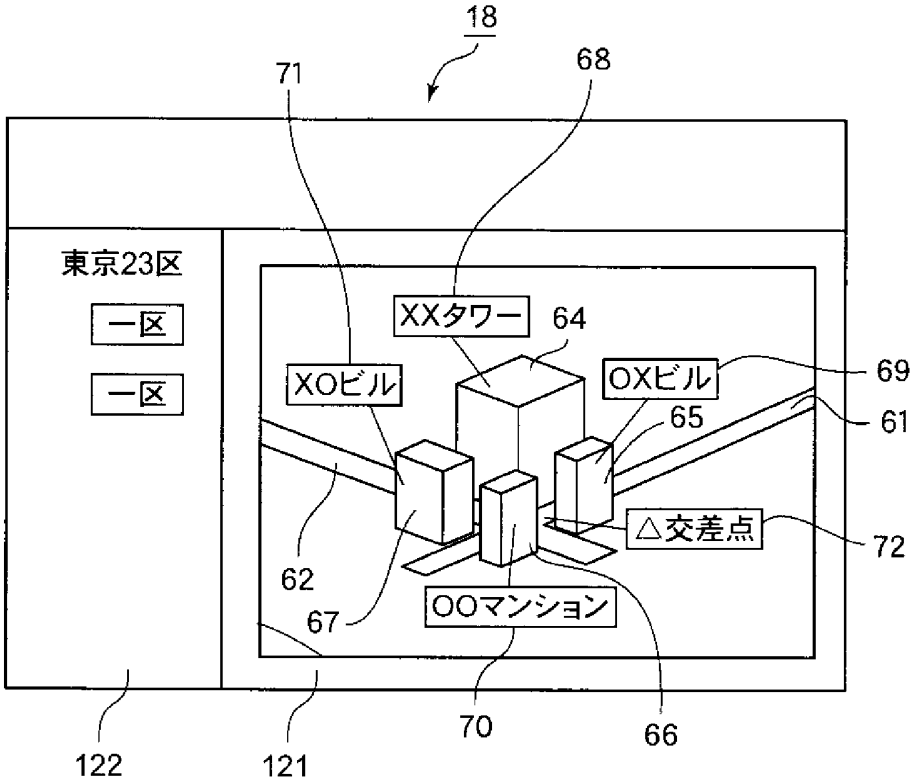
[図17]


18
東京23区
一区
一区
64
61
△交差点
72
62
63
122
121

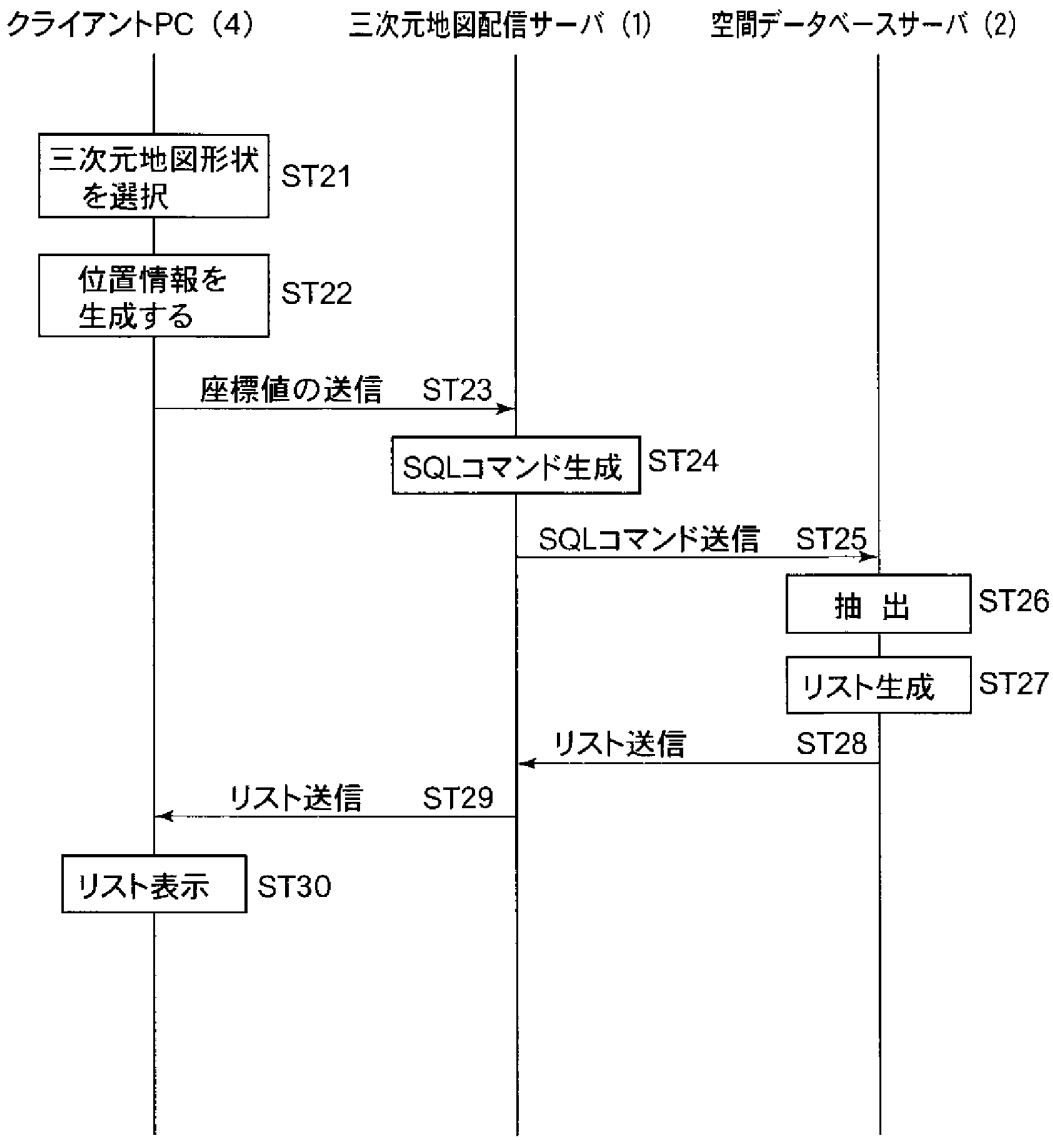
[図18]


球体
133
球体
136
132
131
地盤
137
134
重要度3以上の建物とポイント
重要度3以上の建物とポイント
すべての建物，すべてのポイント

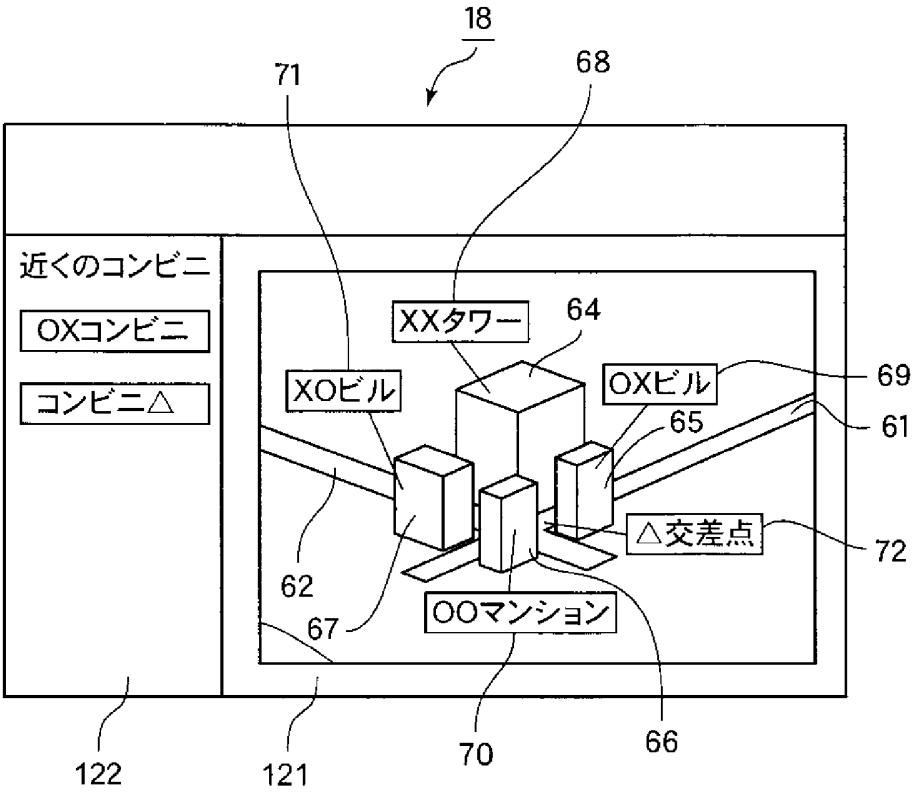
[図19]


18
71
68
東京23区
一区
一区
XXタワー
64
XOビル
OXビル
69
65
61
△交差点
72
62
67
OOマンション
70
66
122
121

[図20]


クライアントPC（4）
三次元地図配信サーバ（1）
空間データベースサーバ（2）
三次元地図形状を選択
ST21
位置情報を生成する
ST22
座標値の送信 ST23
SQLコマンド生成 ST24
SQLコマンド送信 ST25
抽 出 ST26
リスト生成 ST27
リスト送信 ST28
リスト送信 ST29
リスト表示 ST30

[図21]


18
71
68
近くのコンビニ
OXコンビニ
コンビニ△
XXタワー
64
XOビル
OXビル
69
65
61
△交差点
72
62
67
OOマンション
70
66
122
121

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2005/016290

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G09B29/00 (2006.01), ***G06F17/30*** (2006.01), ***G06T17/50*** (2006.01)

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 (2006.01), ***G06F17/30*** (2006.01), ***G06T17/50*** (2006.01)

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

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.
Y	Shigeru KADOMOTO et al., "Car Navigation System - Kokaigata Data Kozo KIWI to Sono Riyo Hoho -, 1st edition, Kyoritsu Shuppan Co., Ltd., 25 February, 2003 (25.02.03), Pages 3 to 16, 58 to 59, 78 to 87	1-14
Y	Gan Morin et al., "GIS no Koso to Oyo -Kukan Joho no Togoka Gijutsu- 1st edition, Ohmsha, Ltd., 30 March, 2001 (30.03.01), pages 117 to 122	1-14
Y	JP 2002-277260 A (Aisin AW Co., Ltd.), 25 September, 2002 (25.09.02), Par. Nos. [0072] to [0076] (Family: none)	3,4,11

☒ 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
"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
"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	Date of mailing of the international search report
02 December, 2005 (02.12.05)	13 December, 2005 (13.12.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2005/016290

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Sakura SHINOAKI, "Kanzen Zukai Visual GIS 1st edition", Ohmsha, Ltd., 30 October, 2002 (30.10.02), pages 140 to 141	7

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００５／０１６２９０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　***G09B29/00*** (2006.01), ***G06F17/30*** (2006.01), ***G06T17/50*** (2006.01)

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.　***G09B29/00*** (2006.01), ***G06F17/30*** (2006.01), ***G06T17/50*** (2006.01)

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	１９７１－２００５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００５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	関連する請求の範囲の番号
Ｙ	角本繁、他１２名，カーナビゲーションシステム　ー公開型データ構造ＫＩＷＩとその利用方法ー　初版，共立出版株式会社，２００３．０２．２５，ｐ．３－１６，５８－５９，７８－８７	１－１４
Ｙ	巖網林、他１３名，ＧＩＳの基礎と応用　ー空間情報の統合化技術ー　第１版，株式会社オーム社，２００１．０３．３０，ｐ．１１７－１２２	１－１４

☑ 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
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ０２．１２．２００５	国際調査報告の発送日 １３．１２．２００５
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　２Ｔ　３５０１ 赤木　啓二 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２６６

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	関連する請求の範囲の番号
Ｙ	ＪＰ ２００２－２７７２６０ Ａ（アイシン・エィ・ダブリュ株式会社）２００２．０９．２５，段落【００７２】－【００７６】（ファミリーなし）	３，４，１１
Ｙ	東明佐久良，完・全・図・解　ビジュアルＧＩＳ　第１版，株式会社オーム社，２００２．１０．３０，ｐ．１４０－１４１	７