(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3622094号
(P3622094)
(45)発行日　平成17年2月23日(2005.2.23)　(24)登録日　平成16年12月3日(2004.12.3)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
G09B 29/00	G09B	29/00	A
G06T 11/60	G06T	11/60	300
G06T 17/50	G06T	17/50	

請求項の数 11　(全 18 頁)

(21)出願番号　特願平7-258995
(22)出願日　平成7年10月5日(1995.10.5)
(65)公開番号　特開平9-101742
(43)公開日　平成9年4月15日(1997.4.15)
審査請求日　平成13年8月27日(2001.8.27)

(73)特許権者　000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号
(74)代理人　100095511
弁理士　有近　紳志郎
(72)発明者　小川　祐紀雄
東京都国分寺市東恋ケ窪１丁目２８０番地
株式会社日立製作所　中央研究所内
(72)発明者　畠山　朋子
東京都国分寺市東恋ケ窪１丁目２８０番地
株式会社日立製作所　中央研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】地図更新支援装置および地図情報の編集方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
地物の特徴点を地図基準点として管理する３次元数値地図を記憶する記憶手段と、
ユーザからの指示を入力する地図操作手段と、
カメラで地域を撮影した画像と、該カメラの姿勢と画面距離を表す撮影パラメータを取得する画像入力手段と、
上記撮影画像に対応する３次元数値地図を上記撮影パラメータを用いて前記記憶手段から検索する検索手段と、
上記撮影画像の撮影パラメータから求めた変換係数を利用して上記検索された３次元数値地図から上記撮影画像が基づく座標系への中心投影図を生成する座標変換手段と、
上記生成した中心投影図と上記撮影画像をカメラの位置又は上記地図操作手段からの指示に基づいて重畳し、該中心投影図に含まれる地図基準点と上記撮影画像に含まれる地物の形状の基準となる画像基準点の対応付けを行う照合手段と、
上記対応付けがなされない地図基準点と画像基準点を地物の変化した地図変化点とする地図変化点特定手段と、
上記３次元数値地図に上記地図変化点の追加、削除、移動を反映させる地図編集手段と、
上記地図操作手段を介して入力された投影中心と投影角度と上記編集後の３次元数値地図とから上記座標変換手段を介して生成された新たな中心投影図を表示する表示手段と、
上記入力された投影中心と投影角度のうちユーザから上記地図操作手段を介した指示入力に基づいて決定された投影中心と投影角度を取得する撮影条件取得手段と

を具備したことを特徴とする地図更新支援装置。
【請求項２】
請求項１に記載の地図更新支援装置において、前記撮影条件取得手段で作成した撮影条件に合う画像を記憶装置やネットワークから入手可能か記憶装置やネットワークを検索し、入手可能なら記憶装置やネットワークから前記撮影条件に対応する新たな画像を取得する追加画像取得手段をさらに具備したことを特徴とする地図更新支援装置。
【請求項３】
請求項１または請求項２に記載の地図更新支援装置において、前記撮影条件取得手段で作成した撮影条件に近い画像を入手できる期間を調べ、入手可能な期間が判った場合は、それをユーザーに報知する新規画像入手予定期日提示手段をさらに具備したことを特徴とする地図更新支援装置。
【請求項４】
請求項１から請求項３のいずれかに記載の地図更新支援装置において、
上記記憶手段は、上記３次元数値地図とともに住所等の属性情報も記憶し、
上記地図操作手段を介して領域指定を受けた場合には、該領域の住所等の属性情報を提供する測量支援情報提供手段をさらに具備したことを特徴とする地図更新支援装置。
【請求項５】
地物の特徴点を地図基準点として管理する３次元数値地図を記憶する記憶手段と、
ユーザからの指示を入力する地図操作手段と、
カメラで地域を撮影した画像と、該カメラの姿勢と画面距離を表す撮影パラメータを取得する画像入力手段と、
上記撮影画像に対応する３次元数値地図を上記撮影パラメータを用いて前記記憶手段から検索する検索手段と、
上記撮影画像の撮影パラメータから求めた変換係数を利用して上記検索された３次元数値地図から上記撮影画像が基づく座標系への中心投影図を生成する座標変換手段と、
上記生成した中心投影図と上記撮影画像をカメラの位置又は上記地図操作手段からの指示に基づいて重畳し、該中心投影図に含まれる地図基準点と上記撮影画像に含まれる地物の形状の基準となる画像基準点の対応付けを行う照合手段と、
上記対応付けがなされない地図基準点と画像基準点を地物の変化した地図変化点とする地図変化点特定手段と、
上記地域全体または上記地域内の領域の地図変化点の数あるいは密度を算出し提示する地図変化点数提示手段と
を具備したことを特徴とする地図更新支援装置。
【請求項６】
地物の特徴点を地図基準点として管理する３次元数値地図を記憶する記憶手段と、
ユーザからの指示を入力する地図操作手段と、
カメラで地域を撮影した画像と、該カメラの姿勢と画面距離を表す撮影パラメータを取得する画像入力手段と、
上記撮影画像に対応する３次元数値地図を上記撮影パラメータを用いて前記記憶手段から検索する検索手段と、
上記撮影画像の撮影パラメータから求めた変換係数を利用して上記検索された３次元数値地図から上記撮影画像が基づく座標系への中心投影図を生成する座標変換手段と、
上記生成した中心投影図と上記撮影画像をカメラの位置又は上記地図操作手段からの指示に基づいて重畳し、該中心投影図に含まれる地図基準点と上記撮影画像に含まれる地物の形状の基準となる画像基準点の対応付けを行う照合手段と、
上記対応付けがなされない地図基準点と画像基準点を地物の変化した地図変化点とする地図変化点特定手段と、
上記地図変化点である画像基準点に基づいて新たな地物を上記３次元数値地図に付加すると共に上記地図変化点である地図基準点に対応する地物を上記３次元数値地図から削除する地図編集手段と

を具備したことを特徴とする地図更新支援装置。
【請求項７】
請求項１から請求項６のいずれかに記載の地図更新支援装置において、上記地図基準点と上記画像基準点の対応付けは、上記地図操作手段からの入力指示に基づいて行うことを特徴とする地図更新支援装置。
【請求項８】
請求項１から請求項７のいずれかに記載の地図更新支援装置において、上記照合手段は、選択した複数の上記地図基準点とそれらに対応する上記画像基準点とから地図変換係数を算出し、該地図変換係数を用いて中心投影図を生成し直して上記撮影画像と重畳する処理を、所定数以上の地図基準点が画像基準点と対応付けできるまで繰り返すことを特徴とする地図更新支援装置。
【請求項９】
地物の特徴点を地図基準点として管理する３次元数値地図を記憶するステップと、
ユーザからの指示を入力するステップと、
カメラで地域を撮影した画像と、該カメラの姿勢と画面距離を表す撮影パラメータを取得するステップと、
上記撮影画像に対応する３次元数値地図を上記撮影パラメータを用いて前記記憶手段から検索するステップと、
上記撮影画像の撮影パラメータから求めた変換係数を利用して上記検索された３次元数値地図から上記撮影画像が基づく座標系への中心投影図を生成するステップと、
上記生成した中心投影図と上記撮影画像をカメラの位置又は上記地図操作手段からの指示に基づいて重畳し、該中心投影図に含まれる地図基準点と上記撮影画像に含まれる地物の形状の基準となる画像基準点の対応付けを行うステップと、
上記対応付けがなされない地図基準点と画像基準点を地物の変化した地図変化点とするステップと、
上記地図変化点を含む画像を取得するような撮影条件を計算するステップと
と
を有することを特徴とする地図情報の編集方法。
【請求項１０】
上記画像は衛星写真を含むことを特徴とする請求項７記載の地図情報の編集方法。
【請求項１１】
上記撮影条件に近い衛星写真を入手できる期間を調べ、その期間を提示するステップを備えたことを特徴とする請求項９から請求項１０のいずれかに記載の地図情報の編集方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、地図更新支援装置および地図情報の編集方法に関し、さらに詳しくは、地域を撮影した画像を利用して当該地域の３次元数値地図を更新することを支援する地図更新支援装置および地図情報の編集方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
特開昭６０－９５４７４号公報「土地家屋管理図の作成方法」には、地域を撮影した航空写真と当該地域の地図（２次元地図）とを照合して一致しない地物形状を検出する従来技術が開示されている。
また、特開平３－１９６３７２号公報「画像の位置合わせ装置」には、（Ｘ，Ｙ）座標列からなる２次元数値地図に対して座標変換を行って中心投影図を生成し、それと画像を照合する従来技術が開示されている。
また、特開平５－１８１４１１号公報「地図情報照合更新方法」には、（Ｘ，Ｙ，Ｚ）座標列からなる３次元数値地図に対して座標変換を行って中心投影図を生成し、それと航空写真画像とを照合し、中心投影図中の地物と航空写真画像中の地物の照合に成功した場合

には航空写真画像中の地物の情報により地図情報を更新する従来技術が開示されている。
【０００３】
【発明が解決しようとする課題】
上記特開昭６０－９５４７４号公報に開示の従来技術では、航空写真と地図とを重畳して照合しているが、航空写真は中心投影図法に基づき、地図は正射投影図法に基づくため、図法の違いによるずれを避けられず、検出精度が低い問題点がある。また、２次元地図は高さ方向の情報を持たないため、地物形状の高さ方向の変化を検出できない問題点がある。
また、上記特開平３－１９６３７２号公報に開示の従来技術では、（Ｘ，Ｙ）座標列からなる２次元数値地図は高さ方向の情報を持たないため、地物形状の高さ方向の変化を検出できない問題点がある。
また、上記特開平５－１８１４１１号公報に開示の従来技術では、高さ方向の変化も含めて地物形状の変化を検出できるが、中心投影図中の地物と航空写真画像中の地物の照合に失敗した場合にはマニュアル操作でしか地図情報を更新できない問題点がある（例えば、家屋が無くなってしまったり，新たに家屋が出現したりした場合には地図情報を自動更新できない）。
さらに、上記従来技術では、不足情報を補うための技術や、変化した地物の再測量を容易にするための技術や、地物の変化の多い領域の把握を容易にするための技術については全く考慮されていない問題点がある。
【０００４】
そこで、本発明の第１の目的は、不足情報を補うことを容易にしたり，変化した地物の再測量を容易にすることが出来る地図更新支援装置および地図情報の編集方法を提供することにある。
また、本発明の第２の目的は、地物の変化の多い領域の把握を容易にすることが出来る地図更新支援装置および地図情報の編集方法を提供することにある。
また、本発明の第３の目的は、家屋が無くなってしまったり，新たに家屋が出現したりした場合でも３次元数値地図を自動的に更新することが出来る地図更新支援装置および地図情報の編集方法を提供することにある。
【０００５】
【課題を解決するための手段】
第１の観点では、本発明は、地域を撮影した画像を用いて当該地域の３次元数値地図を更新することを支援する地図更新支援装置であって、上記画像の撮影パラメータを利用して上記３次元数値地図から上記画像が基づく座標系への中心投影図を生成する座標変換手段と、上記中心投影図に含まれる地物の形状の基準となる点（地図基準点）と上記画像に含まれる地物の形状の基準となる点（画像基準点）の対応付けを行う照合手段と、対応しない地図基準点と画像基準点から地物の変化した点（地図変化点）を特定する地図変化点特定手段と、上記地図変化点に基づいて３次元数値地図を編集する地図編集手段と、ユーザの指示により変更した投影中心と投影角度と上記編集後の３次元数値地図とから新たな中心投影図を生成し表示する中心投影図表示手段と、ユーザの指示した投影中心と投影角度に対応する撮影条件を取得する撮影条件取得手段とを具備したことを構成上の特徴とする地図更新支援装置を提供する。
上記地図更新支援装置では、高さ方向の変化も含めて地物形状の変化を検出して３次元数値地図を更新する。しかし、画像は１つの地図視点から撮影したものなので死角になって画像に写っていない部分もあり、更新に必要な情報が部分的に不足することがある。そこで、ユーザが地図視点をマニュアルで移動し、その移動した地図視点から見た中心投影図を前記更新した３次元数値地図から生成し表示すると、不足している情報が得られる地図視点が判る。そして、この地図視点から、不足情報が得られる撮影条件が判る。そこで、この撮影条件に合致する画像を入手するよう手配すれば、容易に不足情報を補うことが出来る。
【０００６】

第２の観点では、本発明は、上記構成の地図更新支援装置において、前記撮影条件に対応する新たな画像を取得する追加画像取得手段をさらに具備したことを特徴とする地図更新支援装置を提供する。
上記地図更新支援装置では、高さ方向の変化も含めて地物形状の変化を検出して３次元数値地図を更新する。しかし、画像は１つの地図視点から撮影したものなので死角になって画像に写っていない部分もあり、更新に必要な情報が部分的に不足することがある。そこで、ユーザが地図視点をマニュアルで移動し、その移動した地図視点から見た中心投影図を前記更新した３次元数値地図から生成し表示すると、不足している情報が得られる地図視点が判る。そして、この地図視点から、不足情報が得られる撮影条件が判る。そこで、この撮影条件に対応する新たな画像をデータベースやネットワークから入手すれば、容易に不足情報を補うことが出来る。

【０００７】
第３の観点では、本発明は、上記構成の地図更新支援装置において、前記撮影条件に対応する新たな画像を入手可能な期日を報知する新規画像入手予定期日提示手段をさらに具備したことを特徴とする地図更新支援装置を提供する。
上記地図更新支援装置では、高さ方向の変化も含めて地物形状の変化を検出して３次元数値地図を更新する。しかし、画像は１つの地図視点から撮影したものなので死角になって画像に写っていない部分もあり、更新に必要な情報が部分的に不足することがある。そこで、ユーザが地図視点をマニュアルで移動し、その移動した地図視点から見た中心投影図を前記更新した３次元数値地図から生成し表示すると、不足している情報が得られる地図視点が判る。そして、この地図視点から、不足情報が得られる撮影条件が判る。そこで、この撮影条件に対応する新たな画像（例えば衛星写真）を入手可能な期日（例えば前記撮影条件に対応する位置から撮影された衛星写真が定期的に配信される期日）を報知すれば、不足情報を補える期日が判り便利である。

【０００８】
第４の観点では、本発明は、上記構成の地図更新支援装置において、地図変化点の存在位置の住所等の属性情報を測量支援情報として提供する測量支援情報提供手段をさらに具備したことを特徴とする地図更新支援装置を提供する。
上記地図更新支援装置では、地図変化点の存在位置の住所等の属性情報を提供するので、変化した地物の再測量の計画を容易に立てることが出来る。

【０００９】
第５の観点では、本発明は、地域を撮影した画像を用いて当該地域の３次元数値地図を更新することを支援する地図更新支援装置であって、上記画像の撮影パラメータを利用して上記３次元数値地図から上記画像が基づく座標系への中心投影図を生成する座標変換手段と、上記中心投影図に含まれる地物の形状の基準となる点（地図基準点）と上記画像に含まれる地物の形状の基準となる点（画像基準点）の対応付けを行う照合手段と、対応しない地図基準点と画像基準点から地物の変化した点（地図変化点）を特定する地図変化点特定手段と、上記地域全体又は上記地域内の領域の地図変化点の数あるいは密度を算出し提示する地図変化点数提示手段とを具備したことを特徴とする地図更新支援装置を提供する。
上記地図更新支援装置では、地物形状の変化を定量的に提示するので、地物の変化の多い領域の把握が容易になり、再測量の計画を容易に立てることが出来る。

【００１０】
第６の観点では、本発明は、地域を撮影した画像を用いて当該地域の３次元数値地図を更新することを支援する地図更新支援装置であって、上記画像の撮影パラメータを利用して上記３次元数値地図から上記画像が基づく座標系への中心投影図を生成する座標変換手段と、上記中心投影図に含まれる地物の形状の基準となる点（地図基準点）と上記画像に含まれる地物の形状の基準となる点（画像基準点）の対応付けを行う照合手段と、対応する地図基準点を持たない画像基準点に基づいて新たな地物を上記３次元数値地図に付加すると共に対応する画像基準点を持たない地図基準点に基づいて当該地図基準点に対応する地

物を上記３次元数値地図から削除する地図編集手段とを具備したことを特徴とする地図更新支援装置を提供する。
上記地図更新支援装置では、地図基準点と画像基準点とが対応しない場合でも自動的に３次元数値地図に地物を付加したり，削除したりするので、家屋が無くなってしまったり，新たに家屋が出現したりした場合でも３次元数値地図を自動的に更新することが出来る。
【００１１】
【発明の実施の形態】
以下、図を参照して本発明の実施形態を説明する。なお、これにより本発明が限定されるものではない。
【００１２】
図１は、本発明の一実施形態にかかる地図更新支援装置１の機能構成図である。
画像入力手段１０１は、スキャナやネットワークなどから画像およびその画像を撮影した時のカメラの位置，方向，焦点距離等の撮影パラメータを画像基準点抽出手段１０３に入力する。また、後述する撮影条件に適合する画像をデータベースやネットワークから入手し、その画像およびその画像を撮影した時のカメラの位置，方向，焦点距離等の撮影パラメータを画像基準点抽出手段１０３に入力する。
画像基準点抽出手段１０３は、入力された画像に対して画像処理を行い、画像に含まれる地物の形状の基準となる点（画像基準点）を抽出する。
地図検索手段１０４は、入力された画像の撮影パラメータを基に画像の撮影範囲に相当する地域の３次元数値地図を記憶装置１００内の地図ファイルから検索し、３次元座標変換手段１０５に入力する。３次元座標変換手段１０５は、入力された３次元数値地図に対して撮影パラメータを基に３次元座標変換を行って画像と同じく中心投影図法で表現された中心投影図を生成すると共に、３次元数値地図内の特徴点（道路などの形状輪郭線の端点，交点など）を抽出し、地図基準点とする。
【００１３】
照合手段１０６は、画像と中心投影図とを重畳し、画像基準点と地図基準点の対応付けを行う。
地図変化点特定手段１０７は、対応する画像基準点がない地図基準点および対応する地図基準点がない画像基準点を地図変化点として特定する。
地図変化点数提示手段１０８は、地域全体の地図変化点の数（又は密度）および地域内の行政区や街区等の領域毎の地図変化点の数（又は密度）を算出し、ユーザーに数値またはグラフィックで提示する。
【００１４】
地図操作手段１０２は、地図操作についてのユーザーの指示を地図編集手段１０９、撮影条件取得手段１１０ａ、新規画像入手予定期日提示手段１１０ｂ、測量支援情報提供手段１１１に伝える。
地図編集手段１０９は、地図変化点にかかる変更を３次元数値地図に加える地図編集処理を行う。
撮影条件取得手段１１０ａは、不足情報を補うことが出来る画像の撮影条件を取得する。
新規画像入手予定期日提示手段１１０ｂは、前記撮影条件に対応する新たな画像を入手可能な期日を提示する。
測量支援情報提供手段１１１は、地図変化点の存在位置の住所、周辺の地図等の属性情報を測量支援情報として提供する。
【００１５】
処理概要表示手段１１２は、地図編集手段１０９、撮影条件取得手段１１０ａ、新規画像入手予定期日提示手段１１０ｂおよび測量支援情報提供手段１１１の処理概要をユーザーに対して表示し、ユーザーの判断を促す。
処理結果出力手段１１３は、地図編集手段１０９、撮影条件取得手段１１０ａ、新規画像入手予定期日提示手段１１０ｂおよび測量支援情報提示手段１１１の処理結果をプリンタや記憶装置１００などへ出力する。

【００１６】
図２は、地図更新支援装置１の処理手順を示すフローチャートである。
ステップ２００では、画像入力手段１０１は、例えば自治体の管理地域を撮影した画像をデジタル画像として画像基準点抽出手段１０３に入力する。具体的には、航空写真や衛星写真をスキャナーで読み込んでデジタル画像を入力したり、ネットワークを通じてデジタル画像をダウンロードする。なお、衛星撮影したデジタル画像を定期的にダウンロードすれば、最新の地理情報を容易に入手可能となり、好ましい。図７に、入力された画像を例示する。
ステップ２０１では、画像入力手段１０１は、入力した画像の撮影パラメータを地図検索入力手段１０４および３次元座標変換手段１０５に入力する。
【００１７】
ステップ２０２では、画像基準点抽出手段１０３は、画像を解析して地物の基準となる点（画像基準点）を抽出する。具体的には、図７に示すように、画像のエッジ検出，追跡を行い、地物の色彩情報，形状情報等とも合わせて、道路７００，家屋７０１，畑地７０２，木立７０３等の形状を認識し、形状輪郭線の端点，交点のような特徴点を画像基準点７０４として抽出する。
【００１８】
ステップ２０３では、地図検索手段１０４は、入力された撮影パラメータを基に画像の撮影地域に相当する３次元数値地図を記憶装置１００内の地図ファイルから検索し、３次元座標変換手段１０５に入力する。図８は、３次元数値地図の一例である。３次元数値地図は、地物形状をベクトルデータ化し、個々の地物に高さ情報と住所等の属性情報を加える等して作成されたものである。３次元数値地図内の道路８００，家屋８０１，畑地８０２などの地物は、形状を表す線分の交点，端点のような特徴点８０３の組からなり、（Ｘ，Ｙ，Ｚ）の座標列８０４によって管理されている。これらの特徴点８０３を地図基準点とする。
【００１９】
ステップ２０４では、３次元座標変換手段１０５は、入力された撮影パラメータから変換係数を算出する。図１０に示すように、３次元数値地図１０００の３次元座標系を（Ｘ，Ｙ，Ｚ）とし、入力された画像の平面に相当する投影面１００２の２次元座標系を（ｕ，ｖ）とし、カメラ１００１の投影中心Ｏの（Ｘ，Ｙ，Ｚ）座標系での位置を（Ｘ０，Ｙ０，Ｚ０）とし、投影中心Ｏから投影面１００２に降ろした垂線の足の位置ｏを（ｕ，ｖ）座標系の原点（０，０）とし、カメラの画面距離（焦点距離）をｃとし、カメラ１００１の姿勢をＸ軸の正方向に対して左回りにω，Ｙ軸の正方向に対して左回りにφ，Ｚ軸の正方向に対して左回りにκとすると、変換係数は、次式で算出される。
【００２０】
【数１】

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\omega & -\sin\omega \\ 0 & \sin\omega & \cos\omega \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos\phi & 0 & \sin\phi \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\phi & 0 & \cos\phi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos\kappa & \sin\kappa & 0 \\ -\sin\kappa & \cos\kappa & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

【００２１】
ステップ２０５では、３次元座標変換手段１０５は、次式により３次元数値地図１０００上の点（Ｘ，Ｙ，Ｚ）を投影面上の点（ｕ，ｖ）に変換し、画像と同一の中心投影図法で表現した中心投影図を生成する。
【００２２】
【数２】

$$u = -c\frac{a_{11}(X-X_0) + a_{12}(Y-Y_0) + a_{13}(Z-Z_0)}{a_{31}(X-X_0) + a_{32}(Y-Y_0) + a_{33}(Z-Z_0)}$$

$$v = -c\frac{a_{21}(X-X_0) + a_{22}(Y-Y_0) + a_{23}(Z-Z_0)}{a_{31}(X-X_0) + a_{32}(Y-Y_0) + a_{33}(Z-Z_0)}$$

【００２３】
図９に、図８の３次元数値地図から生成された中心投影図を例示する。図８の家屋８０１のように高さを持つ地物は、図９の家屋９０１のように奥行を持って表される。また、図８の地図基準点８０３は、それぞれ図９の地図基準点９００に変換される。
【００２４】
ステップ２０６では、３次元座標変換手段１０５は、撮影パラメータの誤差から（ｕ，ｖ）座標の誤差δ（地図変換誤差）を算出する。
【００２５】
ステップ２０７では、照合手段１０６は、図３に示すステップ３００～３１２の処理を行い、地図（中心投影図）と画像を照合する。
【００２６】
図３に、地図と画像の照合手順のフローチャートを示す。
ステップ３００では、画像中のカメラの位置（画像中にカメラの位置がないときは画像を拡張し、その拡張した画像中のカメラの位置）と中心投影図中のカメラの位置（中心投影図中にカメラの位置がないときは中心投影図を拡張し、その拡張した中心投影図中のカメラの位置）とを合致させ且つ方向を合致させて画像と中心投影図とを重畳する。あるいは、ユーザーの手動操作により画像と中心投影図とを重畳する。図１１に、重畳した画像（破線）と中心投影図（実線）とを例示する。地図変換誤差δが“０”であれば画像と中心投影図は一致するが、実際にはδは“０”でないため、図１１に示すように、画像における道路１１０１と中心投影図における道路１１００は位置ずれしている。また、画像における家屋１１０３と中心投影図における家屋１１０２は位置ずれしている。
【００２７】
ステップ３０２では、各々から地図変換誤差δの距離以内に１つ以上の画像基準点が存在し且つＸ，Ｙ，Ｚ座標が全て異なる６点以上の地図基準点１１０４を中心投影図の全体から均等に無作為に選択し、地図参照点とする。例えば、図１１において、地図参照点１１０４（黒丸）から地図変換誤差δの距離以内には画像基準点１１０５（白丸）が存在する。また、地図参照点１１０６（黒丸）から地図変換誤差δの距離以内には画像基準点１１０７，１１０８（白丸）が存在する。
ステップ３０３では、地図参照点とそれに対応する画像基準点の１：１の組合せを決定する。例えば、図１１において、地図参照点１１０６（黒丸）から地図変換誤差δの距離以内には２つの画像基準点１１０７，１１０８（白丸）が存在するが、最も近い画像基準点１１０８を選択し、地図参照点１１０６（黒丸）と画像基準点１１０８とを１：１の組にする。
【００２８】
なお、上記ステップ３０２，３０３では、地図変換誤差δを基に地図参照点とそれに対応する画像対応点の組を自動的に決定する方式をとっているが、ユーザーが適当な地図参照点とそれに対する画像対応点の組を指定する方式をとってもよい。
【００２９】
ステップ３０６では、図１２に示すように、３次元数値地図１２００における地図参照点（Ｘ１，Ｙ１，Ｚ１）～（Ｘｉ，Ｙｉ，Ｚｉ）（ｉ≧６）とそれらと組になっている画像

基準点（ｕ１，ｖ１）～（ｕｉ，ｖｉ）を次式に代入し、最小２乗法により地図変換係数ａ１～ａ１１とＨを求める。なお、Ｈはカメラの画面距離（焦点距離）ｃに関係する値である。

【００３０】

【数３】

$$\begin{pmatrix} Hu \\ Hv \\ H \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a1 & a2 & a3 & a4 \\ a5 & a6 & a7 & a8 \\ a9 & a10 & a11 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{pmatrix}$$

【００３１】

ステップ３０７では、地図変換係数ａ１～ａ11とＨを代入した（数３）式を用いて地図参照点（Ｘ１，Ｙ１，Ｚ１）～（Ｘi，Ｙi，Ｚi）から座標点（ｕ１’，ｖ１’）～（ｕｉ’，ｖｉ’）の値を算出し、それら座標点（ｕ１’，ｖ１’）～（ｕｉ’，ｖｉ’）の値と画像基準点（ｕ１，ｖ１）～（ｕｉ，ｖｉ）を比較し、照合誤差Δを算出する。

【００３２】

ステップ３０８では、算出した地図変換係数ａ１～ａ11と上記（数３）式を用いて３次元数値地図から中心投影図を生成し、その中心投影図と画像を重畳する。

【００３３】

ステップ３１２では、照合判定の基準となる地物として地図の作成時期から画像の撮影時期の間の形状変化がほとんど無い地物を設定する。例えば道路を照合判定の基準として設定し、地図中の道路を構成する地図基準点を地図に付与された属性情報から識別する。地図の種類によっては他の地物を照合判定の基準とすることもできる。また、地図の属性情報をもとに国道，県道といったより詳細な属性の地物を照合判定の基準とすることも出来る。次に、照合判定の基準とした地図基準点の大半が対応する画像基準点を持っているか否かを判定する。例えば、画像基準点から照合誤差Δの距離以内に１つ以上の画像基準点が存在する割合が８０％以上か否かを判定する。そして、照合判定の基準とした地図基準点の大半が対応する画像基準点を持っているなら、照合を完了する。一方、照合判定の基準とした地図基準点の大半が対応する画像基準点を持っていると言えないなら、前記ステップ３０２に戻り、照合完了となるまでステップ３０２～３１２を再帰的に反復実行する。これにより、図１３に示すように、重畳したときの位置ずれを小さくすることが出来る。なお、「大半が対応する画像基準点を持っている」と判定する基準となる割合は、画像基準点を抽出するときの精度によって決定する。

【００３４】

図２に戻り、ステップ２０８では、地図変化点特定手段１０７は、図４のステップ４００～４０４の処理を行い、３次元数値地図の作成時点から画像の撮影時点までに変化があった点（地図変化点）を特定する。

【００３５】

図４に、地図変化点の特定手順のフローチャートを示す。

ステップ４００では、地図基準点の１つに着目してその地図基準点についてステップ４０１を実行することを、全ての地図基準点について反復する。

ステップ４０１では、着目している地図基準点から照合誤差Δの範囲内に画像基準点が存在するか否かを判定し、存在するなら前記ステップ４００に戻り、存在しないならステップ４０２に進む。

ステップ４０２では、着目している地図基準点を地図変化点とする（地物が消滅した）。例えば、図１４の（ａ）に示す地図基準点１４００および図１４の（ｂ）に示す地図基準点１４０１，１４０２から照合誤差Δの範囲内に画像基準点が存在しないので、これらは地図変化点となる。

【００３６】

ステップ４０３では、どの地図基準点とも対応しない画像基準点の１つに着目してその画像基準点についてステップ４０４を実行することを、どの地図基準点とも対応しない画像基準点の全てについて反復する。
ステップ４０４では、着目している地図基準点を地図変化点とする（地物が出現した）。例えば、図１４の（ｃ）に示す画像基準点１４０６には地図基準点が対応しないので、これらは地図変化点となる。
【００３７】
図２に戻り、ステップ２０９では、地図変化点数提示手段１０８は、行政区，街区毎の地図変化点数あるいは単位面積当たりの地図変化点数密度を算出し、図１５に示すようにグラフィック表示する。ユーザーは、グラフィック表示を基に地図更新の優先領域を判断することが出来る。
【００３８】
図２に戻り、ステップ２１０では、地図編集手段１０９は、地図変化点に基づいて３次元数値地図を編集する。
図５に、地図編集手順のフローチャートを示す。
ステップ４５１では、地図変化点の１つに着目してその地図変化点についてステップ４５２を実行することを、全ての地図変化点について反復する。
ステップ４５２では、着目している地図変化点とその地図変化点にリンクしている地図基準点または画像基準点の情報を考慮して、その地図変化点のタイプが消滅タイプか，移動タイプか，出現タイプかを判定する。図１６の（ａ）に示す地図変化点１６６３は消滅タイプである。図１７の（ａ）に示す地図変化点１６５１，１６５２は移動タイプである。図１８の（ａ）に示す地図変化点１６２１は出現タイプである。地図変化点のタイプが消滅タイプならステップ４５３へ進み、移動タイプならステップ４５５へ進み、出現タイプならステップ５００へ進む。
【００３９】
ステップ４５３では、消滅タイプの地図変化点である地図基準点を消去する。図１６の（ｂ）に、消滅タイプの地図変化点である地図基準点を消去した状態を示す。
ステップ４５４では、必要な形状の変形（属性情報の修正）を行う。
【００４０】
ステップ４５５では、移動タイプの地図変化点である地図基準点と画像基準点の組において地図変化点を画像変化点の位置へ移動する。図１７の（ｂ）に、移動タイプの地図変化点である地図基準点を対応する画像変化点の位置へ移動した状態を示す。
ステップ４５６では、必要な形状の変形（属性情報の修正）を行う。
【００４１】
ステップ５００では、図１８の（ａ）に示すように、出現タイプの地図変化点である画像基準点で構成される地物１６０１の近傍に同程度の大きさの直方体１６００を発生させる。
ステップ５０２では、図１８の（ｂ）に示すように、直方体１６００を移動させ、一つの頂点１６０２が対応する地物１６０１の画像基準点１６０３に一致するように直方体１６００を移動する（一点固定）。
ステップ５０３では、図１８の（ｃ）に示すように、ステップ５０２で固定した頂点１６０２を一端に持つ辺１６０４の他端の頂点１６０５が対応する地物１６０１の画像基準点１６０６に一致するように直方体１６００を変形する（一辺固定）。
ステップ５０４では、図１８の（ｄ）に示すように、ステップ５０３で固定した辺１６０４を一辺に持つ面１６０７の対向辺の頂点１６０８が対応する地物１６０１の画像基準点１６０９に一致するように直方体１６００を変形する（一面固定）。
ステップ５０５では、図１８の（ｅ）に示すように、ステップ５０４で固定した面１６０７と垂直な辺１６１０の他端の頂点１６１１が対応する地物１６０１の画像基準点１６１２に一致するように直方体１６００を変形する（固定面に垂直な一辺固定）。
ステップ５０６では、直方体１６００と地物１６０１とを合せるように地図基準点を発生

，移動，消去し、直方体１６００を変形する。すなわち、図１８の（ｆ）に示すように、直方体１６００の辺上に地図基準点１６１３，１６１４を発生したり、頂点１６１５，１６１７を画像基準点１６１６，１６１８の位置に移動したりする。これにより、図１８の（ｇ）に示すように、地物１６０１に合致した形状の地図基準点からなる地物枠が得られる。

なお、例えば、図１４の（ｃ）の家屋１４０８は家屋１４０７に隠れて一部が見えないため、この家屋１４０８に関する情報が不足している。そこで、このような場合は、ユーザーの指示に従い、地図基準点を適切な位置に仮設置することが出来る。

【００４２】

ステップ５２０では、ステップ４５１～５０６で得られた地物枠の各頂点を地図基準点とし、これらの（Ｘ，Ｙ，Ｚ）座標を（数３）式から算出し、それら座標データに属性を加えて３次元数値地図を更新し、記憶装置１００等へ出力する。

【００４３】

図２に戻り、ステップ２１１では、撮影条件取得手段１１０ａは、不足情報を補うための撮影条件を取得する。例えば、図１４の（ｃ）の家屋１４０８は家屋１４０７に隠れて一部が見えないため、この家屋１４０８に関する情報が不足している。

図６の（ａ）に、撮影条件取得手順のフローチャートを示す。

ステップ６０１では、図１９の（ａ）に示すように、中心投影図中のカメラの位置（中心投影図中にカメラの位置がないときは中心投影図を拡張し、その拡張した中心投影図中のカメラの位置）と投影角度とを地図視点１７００として重畳図上に表示し、その位置と投影角度を変更させる操作をユーザーにさせる。

ステップ６０２では、図１９の（ｂ）に示すように、変更された地図視点１７０３を投影中心とした中心投影図１７０４を生成し、画像（破線）と重畳して表示する。

ステップ６０３では、ユーザーは、画像での不足情報が中心投影図に現れるような地図視点になったか判断し、現れるような地図視点になったならステップ６０４へ進み、現れるような地図視点になっていないなら前記ステップ６０１に戻り、現れるような地図視点になるまでステップ６０１～６０３を再帰的に反復実行する。

ステップ６０４では、画像での不足情報が中心投影図に現れるような地図視点の位置および投影角度で画像の撮影パラメータを更新し（高度等の他のパラメータは変更しない）、それを撮影条件とする。

【００４４】

図２に戻り、ステップ２１２では、画像での不足情報を補完する。

図６の（ｂ）に、不足情報の補完手順のフローチャートを示す。

ステップ６０５では、撮影条件取得手段１１０ａは、撮影条件に合う画像を記憶装置１００やネットワークから直ちに入手可能か検索し、直ちに入手可能ならステップ６０６へ進み、直ちには入手不能ならステップ６０７へ進む。

ステップ６０６では、画像入力手段１０１は、撮影条件に合う画像を記憶装置１００やネットワークから入手する。

ステップ６０７では、新規画像入手予定期日提示手段１１０ｂは、衛星によるリモートセンシングのように画像の入手可能な予定が判っている場合は、撮影条件に近い画像を入手できる期間を調べる。この期間が例えば１９９５年１月１日から１９９５年１月２０日であったとすると、図２０に示すように、１９９５年１月１日に入手予定の画像に相当する中心投影図１７０５から１９９５年１月２０日に入手予定の画像に相当する中心投影図１７０７までを順に生成し、表示していく。そして、表示した中心投影図の中からユーザーに適切なものを選択させる。

ステップ６０８では、ユーザーが選択した中心投影図に対応する画像の入手予定期日を提示する。

【００４５】

図２に戻り、ステップ２１３では、測量支援情報提供手段１１１は、ユーザーが指定した領域の再測量を行う場合に必要な測量支援情報を提供する。例えば、図１８のように、地

図変更点にかかる領域をユーザーが指定したら、その領域の住所，敷地面積，最近測量を行った年月等の測量支援情報を提供する。

【００４６】

【発明の効果】

本発明の地図更新支援装置および地図情報の編集方法によれば次の効果が得られる。

（１）家屋が無くなってしまったり，新たに家屋が出現したりした場合でも３次元数値地図を自動的に更新することが出来る。従って、地図更新にかかるユーザーの負担を軽減できる。

（２）地物の変化の多い領域の把握が容易になり、再測量の計画を容易に立てることが出来る。

（３）地図変化点の存在位置の住所等の属性情報が得られるので、再測量の計画を容易に立てることが出来る。

（４）３次元数値地図を更新するのに不足している情報が得られる画像を入手可能な期日が提示される。

（５）３次元数値地図を更新するのに不足している情報が得られる画像をデータベースやネットワークから入手できる。

（６）３次元数値地図を更新するのに不足している情報を得るための撮影条件を知ることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明にかかる地図更新支援装置の機能構成図である。

【図２】本発明にかかる地図更新支援装置の動作手順を示すフローチャートである。

【図３】地図と画像の照合処理を示すフローチャートである。

【図４】地図変化点特定処理を示すフローチャートである。

【図５】地図編集処理を示すフローチャートである。

【図６】撮影条件取得処理および不足情報補完処理を示すフローチャートである。

【図７】地図更新支援処理に用いる画像の例示図である。

【図８】３次元数値地図の概念図である。

【図９】中心投影図の例示図である。

【図１０】３次元数値地図から中心投影図を生成する説明図である。

【図１１】画像と中心投影図を重ねた重畳図の例示図である。

【図１２】地図参照点とそれに対応する画像基準点の説明図である。

【図１３】再計算した中心投影図と画像の重畳図の例示図である。

【図１４】地図変化点の説明図である。

【図１５】地図変化点の分布図である。

【図１６】消滅タイプの地図変化点にかかる地図編集処理の説明図である。

【図１７】移動タイプの地図変化点にかかる地図編集処理の説明図である。

【図１８】出現タイプの地図変化点にかかる地図編集処理の説明図である。

【図１９】投影中心と投影角度の変更の説明図である。

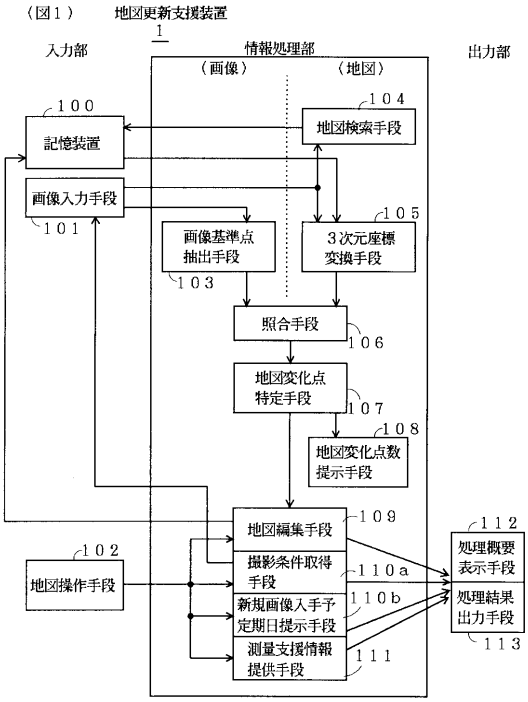
【図２０】新規画像入手予定期日の説明図である。

【図２１】測量支援情報を提供する画面の例示図である。

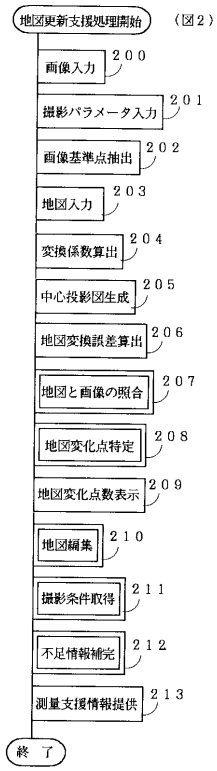
【符号の説明】

１……地図更新支援装置　１００……記憶装置　１０１……画像入力手段　１０２……地図操作手段　１０３……画像基準点抽出手段　１０４……地図検索手段１０５……３次元座標変換手段　１０６……照合手段　１０７……地図変化点特定手段　１０８……地図変化点数提示手段　１０９……地図編集手段　１１０ａ……撮影条件取得手段　１１０ｂ……新規画像入手予定期日提示手段　１１１……測量支援情報提供手段　１１２……処理概要表示手段　１１３……処理結果出力手段

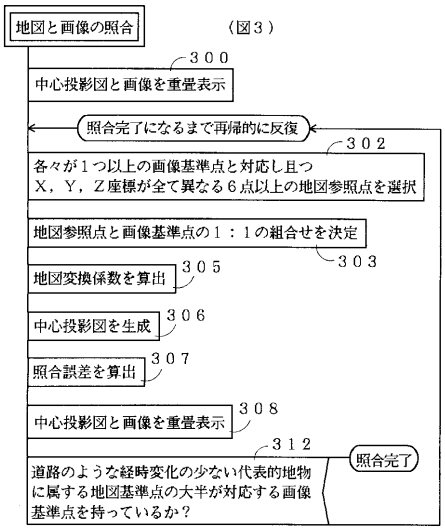
【図１】


（図１） 地図更新支援装置
1
入力部
情報処理部
（画像）
（地図）
出力部
100
記憶装置
104
地図検索手段
画像入力手段
101
画像基準点
抽出手段
103
105
3次元座標
変換手段
照合手段
106
地図変化点
特定手段
107
108
地図変化点数
提示手段
109
地図編集手段
102
地図操作手段
撮影条件取得
手段
110a
新規画像入手予
定期日提示手段
110b
測量支援情報
提供手段
111
112
処理概要
表示手段
処理結果
出力手段
113

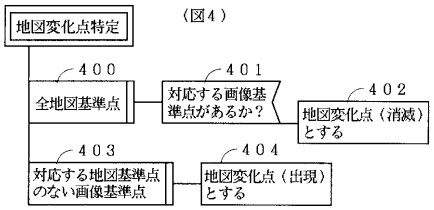
【図２】


地図更新支援処理開始
（図２）
画像入力
200
撮影パラメータ入力
201
画像基準点抽出
202
地図入力
203
変換係数算出
204
中心投影図生成
205
地図変換誤差算出
206
地図と画像の照合
207
地図変化点特定
208
地図変化点数表示
209
地図編集
210
撮影条件取得
211
不足情報補完
212
測量支援情報提供
213
終 了

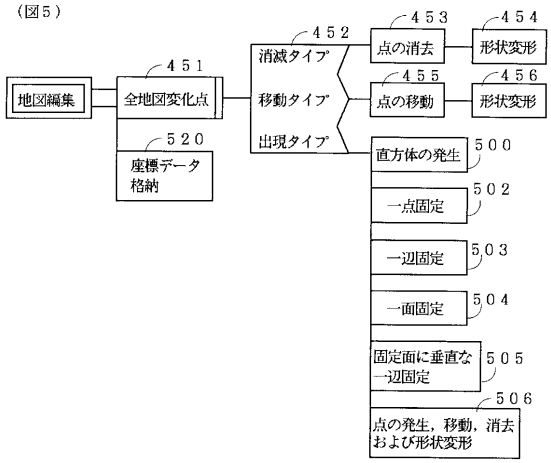
【図３】


地図と画像の照合
（図３）
300
中心投影図と画像を重畳表示
照合完了になるまで再帰的に反復
302
各々が１つ以上の画像基準点と対応し且つ
X，Y，Z座標が全て異なる６点以上の地図参照点を選択
地図参照点と画像基準点の１：１の組合せを決定
303
305
地図変換係数を算出
306
中心投影図を生成
307
照合誤差を算出
308
中心投影図と画像を重畳表示
312
照合完了
道路のような経時変化の少ない代表的地物
に属する地図基準点の大半が対応する画像
基準点を持っているか？

【図４】

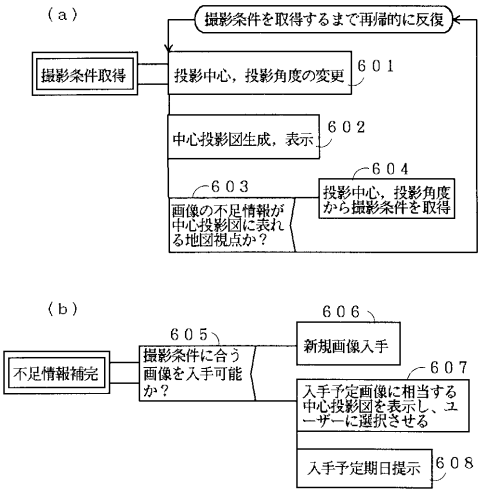

地図変化点特定
（図４）
400
全地図基準点
401
対応する画像基
準点があるか？
402
地図変化点（消滅）
とする
403
対応する地図基準点
のない画像基準点
404
地図変化点（出現）
とする

【図５】


（図５）
地図編集
451
全地図変化点
520
座標データ
格納
452
消滅タイプ
移動タイプ
出現タイプ
453
点の消去
454
形状変形
455
点の移動
456
形状変形
直方体の発生
500
一点固定
502
一辺固定
503
一面固定
504
固定面に垂直な
一辺固定
505
506
点の発生，移動，消去
および形状変形

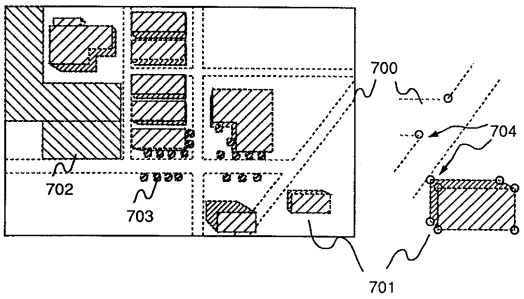
【図６】

(図6)



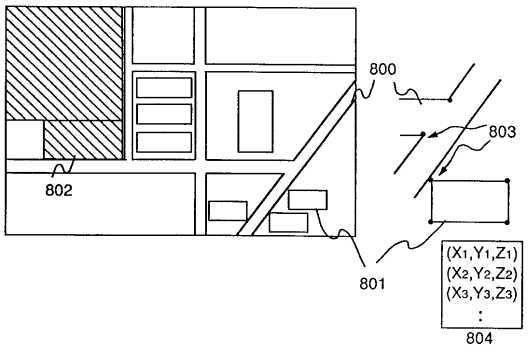
【図７】

図7　入力画像



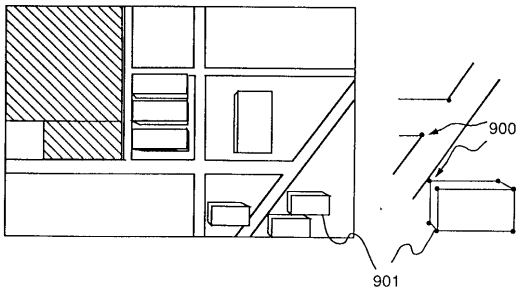
【図８】

図8



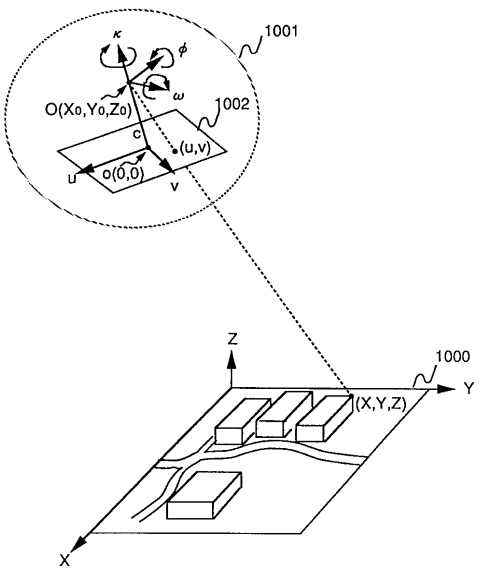
【図９】

図9



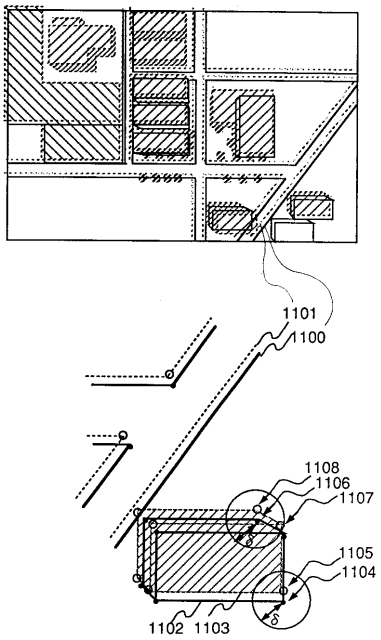
【図１０】

図10



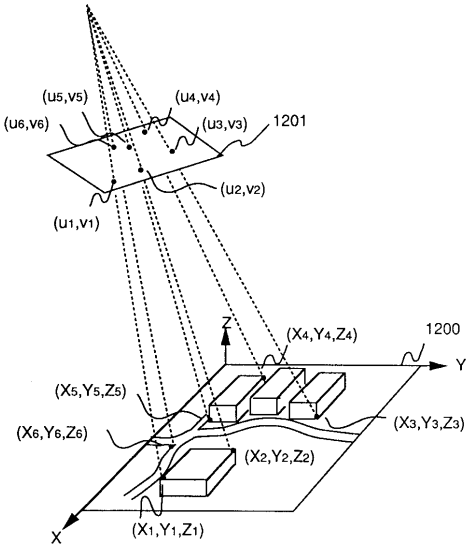
【図１１】

図１１　重畳図



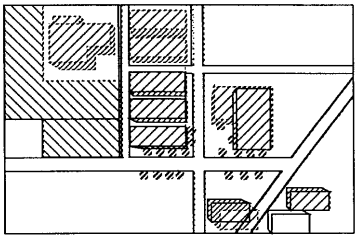
【図１２】

図１２　地図の座標変換係数補正



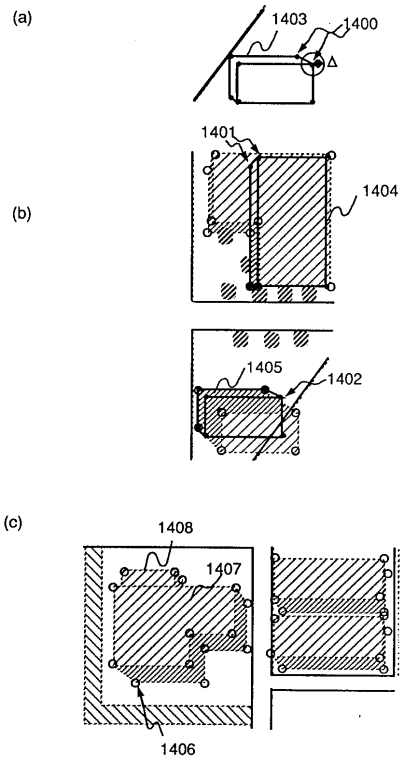
【図１３】

図１３



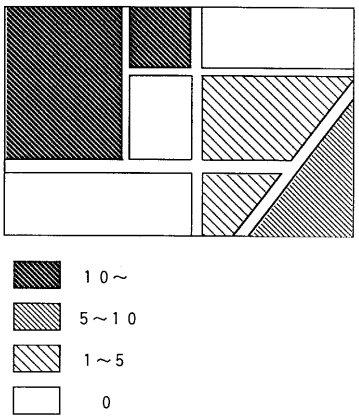
【図１４】

図１４

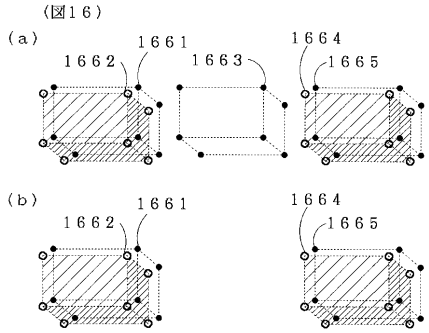


【図１５】

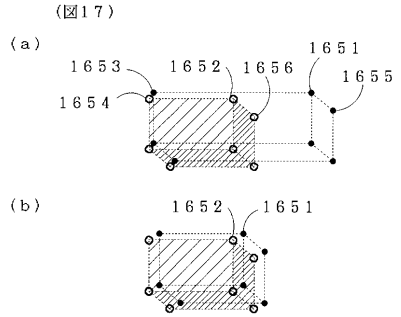
図１５　地図変化点分布図



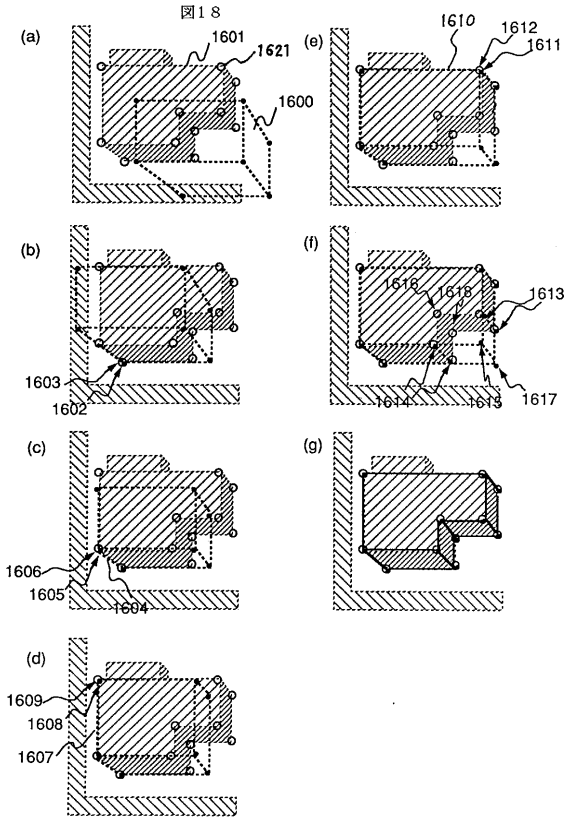
【図１６】



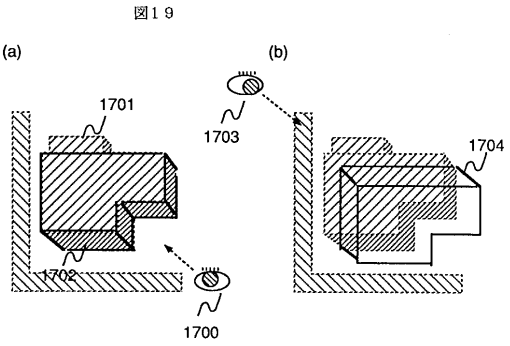
【図１７】



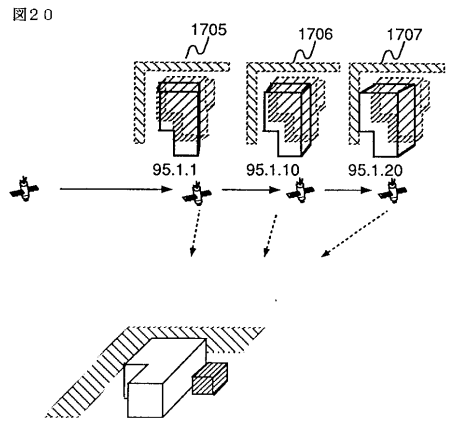
【図１８】



【図１９】

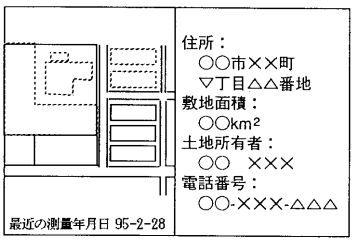


【図２０】



【図２１】

図２１



フロントページの続き

(72)発明者　角本　繁
東京都国分寺市東恋ケ窪１丁目２８０番地　　株式会社日立製作所　中央研究所内

審査官　松川　直樹

(56)参考文献　特開昭６１－０７２３６７（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－１０２２１３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G09B 29/00ー29/14
G06T 11/60　300
G06T 17/50