

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5450619号
(P5450619)

(45) 発行日 平成26年3月26日 (2014. 3. 26)

(24) 登録日 平成26年1月10日 (2014. 1. 10)

(51) Int. Cl. F I
GO 6 T 19/00 (2011. 01) GO 6 T 19/00 A
GO 6 T 17/05 (2011. 01) GO 6 T 17/05

請求項の数 19 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2011-516376 (P2011-516376)	(73) 特許権者	500046438
(86) (22) 出願日	平成21年5月20日 (2009. 5. 20)		マイクロソフト コーポレーション
(65) 公表番号	特表2011-526029 (P2011-526029A)		アメリカ合衆国 ワシントン州 9805
(43) 公表日	平成23年9月29日 (2011. 9. 29)		2-6399 レッドモンド ワン マイ
(86) 国際出願番号	PCT/US2009/044673		クロソフト ウエイ
(87) 国際公開番号	W02009/158083	(74) 代理人	100140109
(87) 国際公開日	平成21年12月30日 (2009. 12. 30)		弁理士 小野 新次郎
審査請求日	平成24年5月21日 (2012. 5. 21)	(74) 代理人	100075270
(31) 優先権主張番号	12/145, 515		弁理士 小林 泰
(32) 優先日	平成20年6月25日 (2008. 6. 25)	(74) 代理人	100080137
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 千葉 昭男
		(74) 代理人	100096013
			弁理士 富田 博行
		(74) 代理人	100120112
			弁理士 中西 基晴

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 街路レベル画像の3D建物モデルへの位置合わせ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

位置データの訂正方法であって、
 ソース位置を画像に割り当てるステップと、
 前記画像における建物の輪郭線細部を判定するステップと、
 三次元走査から前記輪郭線細部に対応する建物モデルを抽出するステップと、
 前記建物モデルからのモデル輪郭線細部を、前記画像からの輪郭線細部に投影するステップと、

性能指数関数を、街路の場面に沿った複数の位置に対応する前記建物モデルのエレメントに適用し、前記複数の位置の各々についてその結果のそれぞれの性能指数を線形に組み合わせるステップと、

前記画像内のエレメントを前記モデルの対応するエレメントと制限値以内で一致させるため、前記輪郭線細部および前記モデル輪郭線細部を整合させるべく前記ソース位置を調節するステップと、

地理的位置の精度を高めるための、前記ソース位置に対する補正係数を決定するため、前記ソース位置を調節することによって得られた調節後のソース位置を記録するステップと、

前記の割り当てるステップと、判定するステップと、抽出するステップと、投影するステップと、調節するステップおよび記録するステップのうちの少なくとも1つを実行するため、メモリー内に格納された命令を実行するためプロセッサを利用するステップと、

10

20

を含む、方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の方法であって、更に、

前記画像を前記建物モデルに適用するとき、前記調節後のソース位置を使用するステップを含む、方法。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の方法において、前記画像における前記輪郭線細部を判定するステップは、

前記ソース位置からの前記建物の正面までの距離を測定するステップを含む、方法。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれかに記載の方法において、前記画像における前記輪郭線細部を判定するステップは、

エッジおよび勾配の強さを評価するステップと、

消失点と関連した線上における画素を評価するステップと、

前記建物モデルから前記輪郭線細部を推定するステップと、

を含む、方法。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれかに記載の方法であって、更に、実行セグメントおよびこの実行セグメントの対向する両側から建物に対応する複数の画像を選択するステップを含む、方法。

【請求項 6】

請求項 5 記載の方法であって、更に、前記モデル細部を投影するとき、建物の深度データおよび前記輪郭線細部を組み合わせるステップを含む、方法。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれかに記載の方法において、前記輪郭線細部を判定するステップは、写真の建物の輪郭線を判定するステップを含む、方法。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれかに記載の方法において、前記輪郭線細部を判定するステップは、写真の建物のエッジを判定するステップを含む、方法。

【請求項 9】

請求項 1 から 8 のいずれかに記載の方法において、前記輪郭線細部を判定するステップは、L I D A R 輪郭線を判定するステップを含む、方法。

【請求項 10】

請求項 1 から 9 のいずれかに記載の方法において、前記輪郭線細部を判定するステップは、L I D A R 建物エッジを判定するステップを含む、方法。

【請求項 11】

請求項 1 から 10 のいずれかに記載の方法において、前記ソース位置を調節するステップは、

複数の画像を用いて、複数のモデル細部に対応する複数の建物細部に各画像から投影するために、開始点ソース位置を開始点三次元範囲上で調節するステップを含む、方法。

【請求項 12】

画像データを建物のモデルに整合させる方法であって、

街路レベルの建物の画像データ情報を取り込むステップと、

ソース位置を前記街路レベルの建物の画像データ情報に割り当てるステップと、

建物の輪郭線、建物のエッジ、および建物の正面深度を、前記街路レベルの建物の画像データ情報において判定するステップと、

前記街路レベルの建物の画像データ情報と関連した位置に対応するモデル情報を、空中データから抽出するステップと、

前記建物の輪郭線と、建物のエッジと、建物の正面深度と、前記モデル情報の対応するエレメントとの間の距離に基づいて、性能指数関数を生成するステップと、

10

20

30

40

50

街路の場面に沿った複数の位置に関して、前記性能指数関数を、前記街路レベルの建物の画像データ情報および前記空中データの前記対応するエレメントに適用し、前記複数の位置の各々についてそれぞれの性能指数を線形に組み合わせるステップと、

前記性能指数関数の出力の分析に基づいて、変位係数を計算するステップと、

前記変位係数を前記ソース位置に反復して適用し再計算することによって、前記ソース位置を変更するステップと、

前記変位係数によって変更された前記ソース位置を用いて、前記街路レベルの建物の画像データ情報を前記建物モデルに整合させるステップと、

前記の取り込むステップと、割り当てるステップと、判定するステップと、抽出するステップと、生成するステップと、適用するステップと、計算するステップと、変更するステップおよび整合させるステップのうち少なくとも1つを実行するため、メモリー内に格納された命令を実行するためプロセッサを利用するステップと、

を含む、方法。

【請求項 13】

請求項 12 記載の方法において、前記性能指数関数を適用するステップは、街路レベルの輪郭線および空中データの輪郭線を分析するステップを含む、方法。

【請求項 14】

請求項 12 または 13 に記載の方法において、前記性能指数関数を適用するステップは、街路レベルの正面と、空中データの正面とを分析するステップを含む、方法。

【請求項 15】

請求項 12 から 14 のいずれかに記載の方法において、前記性能指数関数を適用するステップは、

街路レベルの建物のエッジと、空中データの建物のエッジとを分析するステップを含む、方法。

【請求項 16】

方法を実行するためのコンピューター実行可能命令を格納したコンピューター読み取り可能メモリーを含むシステムであって、前記方法が、

街路の場面の画像データを含む街路レベルの建物の情報を取り込むステップと、

ソース位置を前記街路レベルの建物の情報に割り当てるステップと、

建物の輪郭線、建物のエッジ、および建物の正面深度を、前記街路レベルの建物の情報において判定するステップと、

前記街路レベルの建物情報と関連した位置に対応する空中データから、建物のモデルを抽出するステップと、

前記建物の輪郭線と、建物のエッジと、建物の正面深度と、前記建物モデルの対応するエレメントとの比較に基づいて、性能指数関数を生成するステップと、

街路の場面に沿った複数の位置に関して、前記性能指数関数を、前記街路レベルの建物の情報および前記空中データに基づく前記建物のモデルの前記対応するエレメントに適用し、前記複数の位置の各々についてその結果のそれぞれの性能指数を線形に組み合わせるステップと、

前記性能指数関数の出力の分析に基づいて、変位係数を決定するステップと、

前記ソース位置の精度を高めるため、前記変位係数を前記ソース位置に反復して適用することによって、前記ソース位置を変更するステップと、

前記変位係数によって変更した前記ソース位置を用いて、前記街路の場面の画像データを前記建物のモデルに整合させるステップと、

を含む、システム。

【請求項 17】

請求項 16 記載のコンピューター読み取り可能メモリーにおいて、

前記性能指数関数を適用するステップは、街路レベルの建物の輪郭線、エッジ、および正面情報を、対応する空中データの建物の輪郭線、エッジ、および正面情報と比較するステップを含む、コンピューター読み取り可能メモリー。

10

20

30

40

50

【請求項 18】

請求項 16 または 17 に記載のコンピューター読み取り可能メモリーにおいて、街路レベルの建物の情報を取り込むステップは、街路の両側についての街路レベルの建物の情報を取り込むステップを含む、コンピューター読み取り可能メモリー。

【請求項 19】

請求項 16 から 18 のいずれかに記載のコンピューター読み取り可能メモリーにおいて、街路レベルの建物の情報を取り込むステップは、二次元写真および三次元レーザ測距 (L I D A R) データのうち少なくとも 1 つを取り込むステップを含む、コンピューター読み取り可能メモリー。

【発明の詳細な説明】

10

【従来技術】

【0001】

[0001] 多くの場合、車両の正確な位置は、汎地球測位システム (GPS) 受信機および慣性測定ユニット (IMU) の組み合わせを用いると、判定することができる。このような位置検出システムを用いて車両から取り込まれた画像は、GPS および IMU によって供給される測位測定値を用いて、ある場所に位置合わせすることができる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0002】

[0002] しかしながら、都市渓谷 (urban canyon) における信号の歪み、機械的許容度、磨耗 (wear) 等によって、1 つ以上の画像センサによって報告される場所が、センサの実際の位置とは異なってしまい、しかもそれを予測できないという場合がある。

20

【0003】

[0003] このような不一致の一例を図 1 に示す。図 1 は、先行技術による、建物画像データ (例えば、写真データ) 50 を同じ建物の既存の三次元 (3D) モデル 52 と整合させる試みの結果を示す。見て分かるように、画像ソース位置の 3D モデルの地理的基準に対する位置合わせ精度の欠如のために、画像 50 とモデル 52 との間で位置ずれが生じている。

【課題を解決するための手段】

【0004】

30

[0004] 本システムおよび方法は、画像および高分解能走査の組み合わせを用い、画像と建物モデルとの間に最良の一致が得られるまで、系統的に画像データの原点を調節することによって、街路レベルの画像を 3D 建物モデルに整合させる。1 組の画像に対して原点の調節 (例えば、カメラ位置) を行うことによって、これらを満足のいくように整合させることができる。街路の対向する両側で画像を選択すると、更に高い精度を得ることができ、整合プロセスのためにデータの多様性を高めることができる。

【0005】

[0005] 画像は、建物の 3D モデルと整合されるが、この 3D モデルは、航空機搭載レーザ測距 (L I D A R : airborne laser ranging) のような他の技法を用いて発生することができる。街路レベル (即ち、地上よりも上 20 フィート未満) の画像は、建物の特徴識別のために、街路レベル L I D A R データによって補足することができる。

40

【0006】

[0006] 画像および街路レベル L I D A R を処理して、建物のエッジおよび輪郭線 (sky line) を抽出し、次いでこれらを 3D モデルに対して投影する。抽出した画像エッジと輪郭線との間の距離、街路レベルのエッジおよび正面深度 (facade depth)、ならびに 3D モデルの対応する特徴に基づいて、コスト、または性能指数を求める。次いで、カメラ位置を、その計算された位置を中心にして繰り返し変位させて、コストを計算し直す。次いで、抽出した特徴とモデル化した特徴との間における最良の一致に対応する最低のコストを選択し、対応するカメラ位置を格納することができる。このプロセスは、対向する両側、例えば、街路の両側からの画像を含む一連の画像に沿って画像を組み込むことができる。

50

ソース位置を変位させていくと、考慮した画像全てに対する全体的コストが最も低くなる
ときに、カメラに対して一層精度の高い絶対位置を表す。図2は、画像54および3Dモ
デル56の整合を、この技法の結果として示す。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】図1は、画像およびモデルの整合についての正しくない原点位置情報の結果の先
行技術の図である。

【図2】図2は、高精度の原点情報の結果としての画像およびモデル・データの整合の
図である。

【図3】図3は、画像位置合わせに用いるのに相応しい汎用計算機のブロック図である。 10

【図4】図4は、画像の連続における一点での輪郭線の識別を示すブロック図である。

【図5】図5は、画像の連続における別の点での輪郭線の識別を示すブロック図である。

【図6】図6は、街路レベル画像における輪郭線識別の図である。

【図7】図7は、輪郭線データを用いた原点位置調節を示すブロック図である。

【図8】図8は、街路レベル画像における輪郭線の一致の図である。

【図9】図9は、LIDAR正面および建物エッジ識別を示すブロック図である。

【図10】図10は、画像位置合わせのための画像原点調節方法のフロー・チャートであ
る。

【発明を実施するための形態】

【0008】 20

[0017] 以下の本文は、多数の異なる実施形態の詳細な説明を明記するが、この記載の
法的範囲は、本特許の終端に明記される特許請求の範囲の文言によって定義されることは
言うまでもない。詳細な説明は、単なる例示と解釈すべきであり、あらゆる可能な実施形
態を記載することは、不可能ではないにしても、現実的ではないので、あらゆる可能な実
施形態を記載するのではない。多数の代替実施形態も、現在の技術または本特許の出願日
以降に開発された技術のいずれを用いても、実現することができ、これらも特許請求の範
囲に該当するものとする。

【0009】

[0018] また、「本明細書において用いる場合、「_____」という用語は...を意味
することを定める」という文章または同様の文章を用いて本特許において用語が明示的に 30
定められていないのであれば、その用語の意味を、その平素の意味または通常の意味を超
えて、明示的にもまたは暗示的にも限定する意図はなく、このような用語は、本特許のい
ずれの章において作成されたいずれの言説（特許請求の範囲の文言以外）に基づいても、
その範囲を限定するように解釈してはならないことは言うまでもない。本特許の最後にあ
る特許請求の範囲において列挙されているいずれの用語も、本特許において1つの意味で
一貫性をもって言及されている場合については、読者を混乱させないことのみを目的とし
た明確化のためにそれを行ったのであり、このような請求項の用語が、その1つの意味に
、暗示等によって限定されることを意図するのではない。最後に、請求項の要素が、「手
段」という用語および機能を明記することによって定義され、何の構造の明言もない場合 40
を除いて、いずれの請求項の要素も、35 U.S.C. § 112、第6パラグラフの適用
に基づいて、解釈されることを意図していない。

【0010】

[0019] 本発明の機能の多く、および本発明の原理の多くは、ソフトウェア・プログラ
ムまたは命令および特定用途ICのような集積回路（IC）によって最良に実現される。
尚、当業者は、例えば、得られる時間、現在の技術、および経済的な考慮事項が動機とな
って行われ得る多大な努力および多くの設計選択にもかかわらず、本明細書に開示されて
いる概念および原理によって導かれれば、このようなソフトウェア命令およびプログラム
ならびにICを最小限の実験で容易に作成することができるようになることが予期される
。したがって、簡潔さのため、そして本発明による原理および概念を曖昧にするあらゆる
危険性を極力少なくするために、このようなソフトウェアおよびICのこれ以上の解説は 50

、行うにしても、好ましい実施形態の原理および概念に関して必須なことに限定することとする。

【0011】

[0020] 図3を参照すると、特許請求する方法および装置を実現するシステム例は、コンピュータ110の形態をなす汎用計算機を含む。破線の外郭 - の中に示すコンポーネントは、技術的にコンピュータ110の部分ではないが、図3の実施形態例を示すために用いられている。コンピュータ110のコンポーネントは、限定ではなく、プロセッサ120、システム・メモリー130、ノースブリッジ・チップとしても知られているメモリー/グラフィクス・インターフェース121、およびサウスブリッジ・チップとしても知られているI/Oインターフェース122を含むことができる。システム・メモリー130およびグラフィクス・プロセッサ190を、メモリー/グラフィクス・インターフェース121に結合することができる。モニタ191または他のグラフィック出力デバイスをグラフィクス・プロセッサ190に結合することができる。

10

【0012】

[0021] 一連のシステム・バスが、種々のシステム・コンポーネントを結合することができる。これらのシステム・コンポーネントには、プロセッサ120と、メモリー/グラフィクス・インターフェース121と、I/Oインターフェース122との間にある高速システム・バス123、メモリー/グラフィクス・インターフェース121とシステム・メモリー130との間にあるフロント側バス124、およびメモリー/グラフィクス・インターフェース121とグラフィクス・プロセッサ190との間にある高度グラフィクス処理(AGP)バス125を含む。システム・バス123は、一例としてそして限定ではなく、業界標準アーキテクチャ(ISA)バス、マイクロ・チャンネル・アーキテクチャ(MCA)バス、及び改良ISA(EISA)バスを含むようなアーキテクチャを含む、数種類のバス構造のいずれでもよい。システム・アーキテクチャが発展するに連れて、他のバス・アーキテクチャやチップ・セットも用いることができるが、一般には次のパターンに従うことが多い。例えば、Intel社やAMD社のような会社がIntel Hub Architecture(IHA)およびHypertransport(商標)アーキテクチャをそれぞれサポートする。

20

【0013】

[0022] コンピューター110は、通例、種々のコンピューター読み取り可能媒体を含む。コンピューター読み取り可能媒体は、コンピューター110によってアクセスすることができる入手可能な任意の媒体とすることができ、揮発性および不揮発性双方の媒体、ならびにリムーバブルおよび非リムーバブル媒体を含む。一例としてそして限定ではなく、コンピューター読み取り可能媒体は、コンピューター記憶媒体および通信媒体を含む。コンピューター記憶媒体は、コンピューター読み取り可能命令、データ構造、プログラム・モジュール、またはその他のデータというような情報の格納のために任意の方法または技術で実現された、揮発性および不揮発性双方、リムーバブルおよび非リムーバブル媒体を含む。コンピューター記憶媒体は、限定ではなく、RAM、ROM、EEPROM、フラッシュ・メモリーまたはその他のメモリー技術、CD-ROM、デジタル・パーサタイル・ディスク(DVD)またはその他の光ディスク・ストレージ、磁気カセット、磁気テープ、磁気ディスク・ストレージ、またはその他の磁気記憶デバイス、あるいは所望の情報を格納するために用いることができ、そしてコンピューター110によってアクセスすることができる任意の他の媒体を含む。

30

40

【0014】

[0023] システム・メモリー130は、リード・オンリ・メモリー(ROM)131およびランダム・アクセス・メモリー(RAM)132のような、揮発性および/または不揮発性メモリーの形態としたコンピューター記憶媒体を含む。システムROM131は、識別および製造情報のような永続的システム・データ143を収容することができる。実施形態によっては、基本入力/出力システム(BIOS)もシステムROM131に格納できる場合もある。RAM132は、通例、プロセッサ120に直ちにアクセス可能な、および/または現在プロセッサ120によって動作させられているデータおよび/ま

50

たはプログラム・モジュールを収容する。一例としてそして限定ではなく、図3は、オペレーティング・システム134、アプリケーション・プログラム135、他のプログラム・モジュール136、およびプログラム・データ137を示す。

【0015】

[0024] I/Oインターフェース122は、システム・バス123を複数の他のバス126、127、および128に結合することができる。これらのバス126、127、および128は、種々の内部および外部デバイスをコンピューター110に結合する。シリアル・ペリフェラル・インターフェース(SPI)バス126は、基本入力/出力システム(BIOS)メモリー133に接続することができる。BIOSメモリー133は、起動中のように、コンピューター110内部の要素間で情報を転送する際に役立つ基本的なルーチンを収容する。

10

【0016】

[0025] スーパー入力/出力チップ160を用いて、複数の「旧来の」周辺機器に接続することもできる。一例として、フロッピー・ディスク152、キーボード/マウス162、およびプリンター196等がある。スーパーI/Oチップ160は、実施形態によっては、ピン数が少ない(LPC)バスのようなバス127によって、I/Oインターフェース122に接続することもできる。スーパーI/Oチップ160の種々の実施形態は、商業市場において広く入手可能である。

【0017】

[0026] 一実施形態では、バス128は周辺素子相互接続(PCI)バスまたはその変形とすることができ、更に高速の周辺機器をI/Oインターフェース122に接続するために用いることができる。また、PCIバスはメザニン・バス(Mezzanine bus)としても知られていることもある。PCIバスの変形には、周辺素子相互接続-表現(PCI-E: Peripheral Component Interconnect-Express)および周辺素子相互接続-拡張(PCI-X: Peripheral Component Interconnect-Extended)バスが含まれる。前者はシリアル・インターフェースを有し、後者は下位互換性のあるパラレル・インターフェースである。他の実施形態では、バス128は、シリアルATAバス(SATA)またはパラレルATA(PATA)の形態とした、高度技術装着(ATA: advanced technology attachment)バスとしてもよい。

20

【0018】

[0027] また、コンピューター110は、他のリムーバブル/非リムーバブル、揮発性/不揮発性コンピューター記憶媒体も含むことができる。一例としてに過ぎないが、図3は、非リムーバブル、不揮発性磁気媒体から読み取りを行い、不揮発性磁気媒体に書き込みを行うハード・ディスク・ドライブ140を示す。

30

【0019】

[0028] ユニバーサル・シリアル・バス(USB)メモリー153、ファイアワイヤ(IEEE1394)、またはCD/DVDドライブ156のようなリムーバブル媒体は、直接的にまたはインターフェース150を介してPCIバス128に接続することができる。記憶媒体154は、インターフェース150を介して結合することができる。この計算環境例において用いることができる他のリムーバブル/非リムーバブル、揮発性/不揮発性コンピューター記憶媒体には、限定ではなく、磁気テープ・カセット、フラッシュ・メモリー・カード、デジタル・パーサイル・ディスク、デジタル・ビデオ・テープ、ソリッド・ステートRAM、ソリッド・ステートROMなどが含まれる。

40

【0020】

[0029] 先に論じたドライブおよびこれらと関連したコンピューター記憶媒体は、コンピューター読み取り可能命令、データ構造、プログラム・モジュール、およびその他のデータの格納をコンピューター110のために提供する。図3において、例えば、ハード・ディスク・ドライブ140は、オペレーティング・システム144、アプリケーション・プログラム145、他のプログラム・モジュール146、およびプログラム・データ147を格納するように示されている。尚、これらのコンポーネントは、オペレーティ

50

ング・システム 1 3 4、アプリケーション・プログラム 1 4 5、他のプログラム・モジュール 1 3 6、およびプログラム・データ 1 3 7 と同一であっても、または異なっても可能であることを記しておく。オペレーティング・システム 1 4 4、アプリケーション・プログラム 1 4 5、他のプログラム・モジュール 1 4 6、およびプログラム・データ 1 4 7 は、ここでは、これらが異なるコピーであることを少なくとも図示するために、異なる番号が与えられている。ユーザは、コマンドおよび情報をコンピューター 2 0 に、マウス/キーボード 1 6 2 またはその他の入力デバイスの組み合わせというような入力デバイスを通じて入力することができる。他の入力デバイス（図示せず）には、マイクロフォン、ジョイスティック、ゲーム・パッド、衛星ディッシュ、スキャナーなどを含むことができる。これらおよびその他の入力デバイスは、S P I 1 2 6、L P C 1 2 7、または P C I 1 2 8 というような I / O インターフェース・バスの内の 1 つを通じてプロセッサ 1 2 0 に接続されることが多いが、他のバスを用いてもよい。実施形態によっては、他のデバイスをパラレル・ポート、赤外線インターフェース、ゲーム・ポート等（図示せず）に、スーパー I / O チップ 1 6 0 を通じて結合することもできる。

10

【 0 0 2 1 】

[0030] コンピューター 1 1 0 は、リモート・コンピューター 1 8 0 のような 1 つ以上のリモート・コンピューターに、ネットワーク・インターフェース・コントローラ (N I C) 1 7 0 を通じた論理接続を用いて、ネットワーク接続環境において動作することができる。リモート・コンピューター 1 8 0 は、パーソナル・コンピューター、サーバー、ルーター、ネットワーク P C、ピア・デバイス、またはその他の一般的なネットワーク・ノードとすることができ、通例、コンピューター 1 1 0 に関して先に説明したエレメントの多くまたは全部を含む。N I C 1 7 0 と図 3 に示すリモート・コンピューター 1 8 0 との間の論理接続は、ローカル・エリア・ネットワーク (L A N)、ワイド・エリア・ネットワーク (W A N)、または双方を含むことができるが、他のネットワークを含んでもよい。このようなネットワーク接続環境は、事務所、企業規模のコンピューター・ネットワーク、イントラネット、およびインターネットでは極普通である。リモート・コンピューター 1 8 0 は、コンピューター 1 1 0 との対話セッションをサポートするウェブ・サーバーも表すことができる。

20

【 0 0 2 2 】

[0031] 実施形態によっては、ブロードバンド接続が利用できないまたは用いられていないときにネットワーク・インターフェースがモデム（図示せず）を用いるとよい。尚、図示したネットワーク接続は一例であり、コンピューター間において通信を確率する他の手段を用いてもよいことは認められよう。

30

【 0 0 2 3 】

[0032] 図 4 から図 8 は、カメラ位置の精度を地理に関して高めるために同じ場面の 3 D モデルについて画像データをどのように解釈することができるかを示す。この技法を用いる一実施形態では、精密スキャナー、例えば、光検出および測距 (L I D A R) 機器を航空機に実装 (airplane mounted) し、都市エリアのような、地理的領域についての幾何学データを取り込むために用いることができる。この L I D A R データから、建物を含む領域の三次元モデルを、1 0 センチメートル程度の精度で発生することができる。このような地理的モデルは貴重なリソースを提供するが、場面に命を吹き込むには、色およびテクスチャ・データを 3 D モデルにつけ加える必要がある場合もある。街路レベルの写真は、所望の現実性を与えることができるが、図 1 に示すように、写真データが 3 D モデルと適正に整合されていない場合、理解できない混乱が生ずる虞れがある。街路に基づく L I D A R データは、1 センチメートル以内に写真の物体（例えば、建物）に関する写真データのソース位置をおくことができるが、3 D モデルが用いるような、地理的座標に関するカメラの位置は、1 メートル以上もずれることもあり得る。高さが 1 0 0 メートル台の建物の 3 D モデル上に写真データを投影すると、このソース位置の低精度から、図 1 の不一致が簡単に生ずる可能性がある。

40

【 0 0 2 4 】

50

[0033] カメラの地理的位置の低精度に取り組むために、画像および街路レベル L I D A R データが同じ場面の 3 D モデルに最良に一致する (fit) まで、数学的にカメラ位置座標を変化させるために、一層精度が高い航空機搭載および街路レベル L I D A R データを用いることができる。一旦一連の画像に沿った 2 点、特に一連の終端付近の 2 点が正確に突き止められたなら、その一連の画像に沿った他の間隔からの画像は、I M U データを用いて仲介点の位置を精度高く突き止めることができる。

【 0 0 2 5 】

[0034] 図 4 は、連続画像 (image run) における 1 点での輪郭線識別を示すブロック図である。街路 4 0 2 ならびに代表的な建物 4 0 4、4 0 6、および 4 0 8 が示されており、典型的な街路環境を表す。道路 4 1 0 は、当該道路 4 1 0 に沿って画像データを取り込むために用いられる走路を示す。画像は、周期的な間隔で、道路に沿って取り込むことができる。代表的な第 1 の位置 4 1 2 が道路 4 1 0 の開始点近くにあり、第 1 の位置 4 1 2 の観点からの建物の代表的な輪郭線 4 1 6、4 1 8、および 4 2 0 を示す。

10

【 0 0 2 6 】

[0035] 一実施形態では、当技術分野では周知の最適路アルゴリズムに基づく輪郭線検出アルゴリズムを用いる。このアルゴリズムは、エッジ、勾配の強さおよび方向、ならびに空分類エッジ (sky classification edges) および消失点情報に依存する。例えば、エッジと消失点との組み合わせでは、検討対象の画素を消失点に接続する線上において、空と分類された画素をある割合だけ用いることができる。別の輪郭線検出属性は、既存の建物モデルに基づいて先験的に推測された輪郭線を用いることができる。即ち、画像データにおいて輪郭線を判定するのに役立つために、3 D モデル自体を用いることができる。

20

【 0 0 2 7 】

[0036] 建物 4 0 4、4 0 6、4 0 8 についてそれぞれ抽出された輪郭線データ 4 1 6、4 1 8、および 4 2 0 は、後に 3 D モデルとの比較の一部としてソース位置を判定する際に用いることができる。

【 0 0 2 8 】

[0037] 第 1 および第 2 の位置 4 1 2 および 4 1 4 をそれぞれ立方体として示すことによって、道路 4 1 0 におけるその地点での画像のソースの正確な位置が、GPS 受信および I M U 精度に対する環境の特質に応じて精度が高くも低くもなり得る、三次元空間における推定値であることを示す。

30

【 0 0 2 9 】

[0038] 図 5 は、図 4 に示した連続画像のような、連続画像における別の点での輪郭線識別を示すブロック図である。先と同様、街路 5 0 2 および建物 5 0 4、5 0 6、および 5 0 8 が示されている。道路 5 1 0 が、この街路に沿った連続画像の進展を示し、道路 5 1 0 に沿って周期的に撮影した画像は、開始点付近の代表的な第 1 の位置 5 1 2、および道路 5 1 0 の終点付近の代表的な第 2 の位置 5 1 4 を含む。実施形態によっては、最も一致するカメラの実際の位置を計算するとき、連続に沿った別の画像を用いるとよい場合もある。

【 0 0 3 0 】

[0039] 図示のように、輪郭線の検出は、第 2 の位置 5 1 4 の街路レベルの観点からのそれぞれの建物 5 0 4、5 0 6、5 0 8 各々の輪郭線 5 1 6、5 1 8、5 2 0 を判定するために用いることができる。

40

【 0 0 3 1 】

[0040] 次に、この情報を 3 D モデル・データと組み合わせて、元の街路レベル画像を得たカメラの地理的位置に対する補正係数を決定することができる。

【 0 0 3 2 】

[0041] 図 6 は、様々な建物およびそれらに関連する輪郭線を示す街路レベルの画像 6 0 2 である。検出された輪郭線 6 0 4 は白い線で示されている。黒い線 6 0 6 は、カメラが実際にその報告された位置にあった場合の 3 D モデルの投影輪郭線を表す。

【 0 0 3 3 】

50

[0042] 図7は、代表的な建物702を、検出された輪郭線エッジ704と共に示す。画像ソースを突き止めることができる範囲が、立方体706によって表されている。立方体706は、GPSおよびIMU機器によって記録されたカメラの位置を中心にして配置するとよい。

【0034】

[0043] 図7に示すように、3Dモデル・データに基づいて投影された輪郭線を、検出された画像の輪郭線と比較するとよい。例えば、第1の投影708は、立方体706の左上角から位置付ける(locate)ことができ、第2の投影710は、カメラ位置を上中央にして行うことができ、第3の投影712は、立体の右下角から行うことができる。動作において、測定した位置を中心とする $3 \times 3 \times 3$ 行列上においてカメラの位置検出(location)を行うことができる。抽出した輪郭線と投影した輪郭線との間の距離は、画像座標のxおよびy次元における絶対距離の和として計算することができる($\text{abs}(x1-x2)+\text{abs}(y1-y2)$)。実施形態によっては、誤って検出された輪郭線の部分を考慮するために、100画素を超える距離を考慮しない方がよい場合もある。検出された輪郭線と投影された輪郭線との間における最も近い一致と関連した投影位置を選択して格納することができる。この例では、投影710が最良の一致を表す。IMUデータは所与の道路の行程に沿って非常に精度が高いため、この所与の道路に沿ったデータを用いた位置検出動作の実行を用いれば、1回の計算において道路全体の方位を決め直すことができる。

【0035】

[0044] 図8は、投影輪郭線804を発生するための、異なるカメラ位置を表す複数の投影された輪郭線804を示す街路レベルの図802である。

【0036】

[0045] 図9は、画像マッチング(matching)のために輪郭線データを補足するための街路レベルLIDARデータの使用を示す。建物902は、カメラ位置904からの画像データに取り込むことができる。エッジ・データ906および908、ならびに正面深度910は、画像データを取り込むのと同時に記録することができる。先の検出された輪郭線および投影された輪郭線と同様に、エッジ912、914および正面深度916の情報は、建物902の3Dモデルから抽出された投影エッジおよび正面情報と比較することができる。LIDAR深度データは、検出輪郭線情報よりもロバストであることができ、実際のカメラ位置に関する全てのソース情報を組み合わせるときに、より大きな重みを与えることができる。

【0037】

[0046] 所与の連続セグメントについてのLIDAR深度の計算では、最初に1つ以上の近隣の建物の3Dモデルを取得すればよい。建物毎に、その連続セグメント(run segment)に面しており大きな面積および幅を有する建物の正面について考慮することができる。各正面(ローカル座標系における)系のエッジの開始位置および終端位置を、3D建物モデルに基づいて計算する。これらのエッジに対応する開始および停止トリガ・イベント、ならびに連続セグメントへの正面エッジの投影を計算する。この情報に基づいて、連続セグメントからの正面深度を求めることができる。

【0038】

[0047] 開始および停止トリガ・イベントを、LIDAR深度検出モジュールに受け渡す。発見した支配的平面の深度を受け戻す。対象となる正面に最も近い支配的平面(重心の意味で)を選択し、差異(disparity)を計算する。

【0039】

[0048] LIDARに基づく深度と既存の建物のモデル正面に基づく深度との差が所与の許容度以内である場合、これを考慮に入れる。これを建物正面-LIDAR深度に基づく差異(building facade-LIDAR depth based disparity)と呼ぶ。連続セグメントを取り囲む広い側の建物の正面全体に対する全ての建物正面-LIDAR深度に基づく差異の平均が、LIDAR深度基準の性能指数となる。

【0040】

[0049] また、L I D A R エッジの計算は、所与の連続セグメントの近傍にある建物の 3 D 建物モデルを得ることによって開始することもできる。建物毎に、ローカル座標系において建物の幾何学的モデルを用いて、エッジを計算することができる。建物の開始および終端位置、ならびにこれらの建物に対応するトリガ・イベントを計算する。

【 0 0 4 1 】

[0050] これらの開始および停止トリガ・イベントは、L i d a r ユニット（左または右の舷側）と共に、個々に L I D A R エッジ検出モジュールに受け渡される。また、L I D A R 深度画像における建物の側面も与えることができる。L I D A R エッジ検出モジュールは、その建物のエッジを取り囲む支配的平面を検出し、建物の側面に応じてエッジを発見する。

10

【 0 0 4 2 】

[0051] L I D A R 検出エッジの重心を逆に建物の角から見た画像(building corner-looking image)に投影する。同様に、既存のモデルからの建物エッジに対応する点（カメラと同じ高さを用いる。ローカル座標系における建物の角の位置に対応する）を、逆に投影する。これらの投影の列数の差（画素単位）を、エッジ基準コスト(edge based cost)または性能指数について検討する。これは、画像フレームが完全に垂直であるという仮定に基づく近似コストである。これは、代表的な位置測定モジュールにおいて通例用いられる分解能には、十分に納得がいくものである。

【 0 0 4 3 】

[0052] 連続セグメントを取り囲む全ての建物についてのこれらの差の平均は、L I D A R エッジ基準コストまたは性能指数として考慮される（画素単位）。

20

【 0 0 4 4 】

[0053] 図 1 0 は、画像データのソース位置について変位値を決定する方法 1 0 0 0 を示す。ブロック 1 0 0 2 において、ソース位置の第 1 変位値をロードすることができる。ブロック 1 0 0 4 において、原初画像から抽出した輪郭線と対応する 3 D モデルから計算した輪郭線との間における輪郭線変位に対する性能指数を求める。検査する原初画像の変位毎に、輪郭線の性能指数の計算に、複数の原初画像を用いることができる。

【 0 0 4 5 】

[0054] ブロック 1 0 0 6 において、L I D A R エッジおよび正面データに対する性能指数を、L I D A R データおよび 3 D モデル・データを比較することによって計算することができる。

30

【 0 0 4 6 】

[0055] ブロック 1 0 0 8 において、輪郭線および L I D A R 性能指数を計算することができる。一実施形態では、性能指数を単純に加算する。別の実施形態では、1 つの性能指数、例えば、L I D A R データと関連したデータの方が精度が高いと見なされた場合、これにより大きな重み付けを行うことができる。

【 0 0 4 7 】

[0056] ブロック 1 0 1 0 において、ブロック 1 0 0 8 の結果を、以前に格納されている最小値があるのであれば、それと比較することができる。新たな性能指数の値が以前の最小値よりも低い場合、実行は「y e s」分岐を辿ってブロック 1 0 1 2 に進むことができる。新たな性能指数が現在の最小値以上である場合、実行は「n o」分岐を辿り、他にも検査すべき変位値がある場合、実行はブロック 1 0 0 2 に進む。

40

【 0 0 4 8 】

[0057] ブロック 1 0 1 0 から「y e s」分岐に進む場合、ブロック 1 0 1 2 において、性能指数の新たな低い値を格納し、更にこの新たな低い値が得られた変位値も格納する。他にも検査する必要がある変位値がある場合、実行はステップ 1 0 0 2 に進むことができる。

【 0 0 4 9 】

[0058] 全ての变位値を検査し終えたなら、最も低い性能指数と関連した変位値を用いて、連続データを訂正することができる。

50

【0050】

【0059】 モデル化した建物の正面に実際の画像を用いることができるため、3D画像および位置測定アプリケーションに、新たなレベルの現実性が与えられる。前述した技法を使用することにより、大量の位置測定データに対する画像とモデルとの一致というもすると膨大な作業となるものの自動化が可能になる。その結果、無頓着なユーザ、業務用アプリケーション開発者、ゲーマーなどが大規模な地理モデリングの精度および現実性を楽しむことができる。

【0051】

【0060】 以上の本文は、本発明の複数の異なる実施形態の詳細な説明を明記したが、本発明の範囲は、本特許の最後に明記した特許請求の範囲の文言によって定められることは言うまでもない。詳細な説明は、単なる例示と解釈すべきであり、本発明のあらゆる可能な実施形態について記載するのではない。何故なら、あらゆる可能な実施形態を記載することは、不可能ではないにしても、非現実的であるからである。現在の技術または本願の出願日より後に開発される技術のいずれかを用いて、複数の代替実施形態を実現することもできるが、これらも、本発明を定める特許請求の範囲に該当するものとする。

【0052】

【0061】 つまり、多くの変更および変形が、本明細書において記載し図示した技法および構造において、本発明の主旨や範囲から逸脱せず可能である。したがって、本明細書に記載した方法および装置は単なる例示に過ぎず、本発明の範囲を限定するのではないことは言うまでもない。

10

20

【図1】

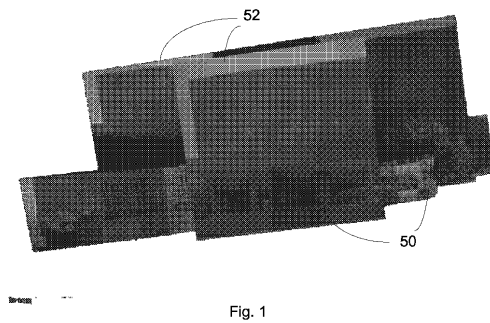


Fig. 1

【図2】

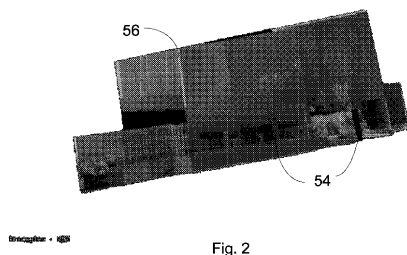


Fig. 2

【図3】

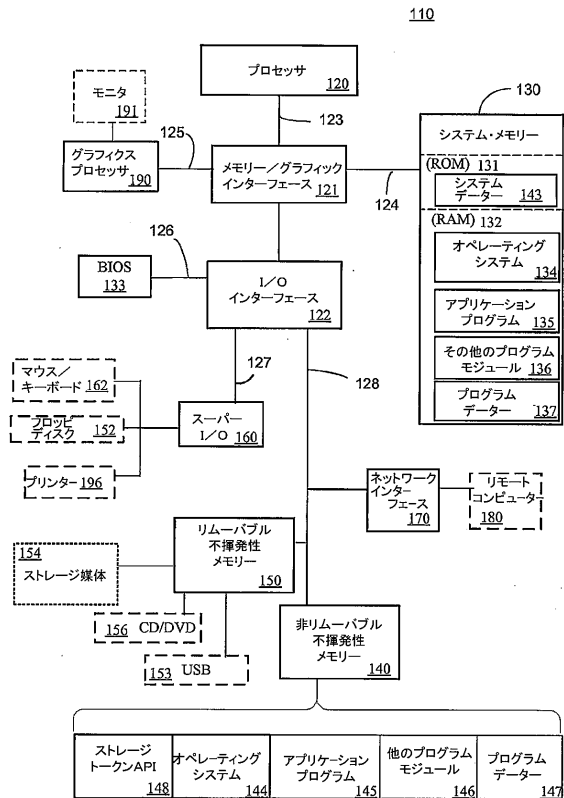


Fig. 3

【 図 4 】

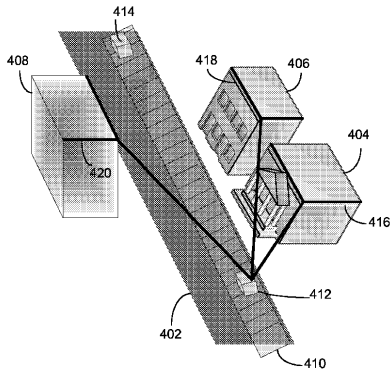


Fig. 4

【 図 5 】

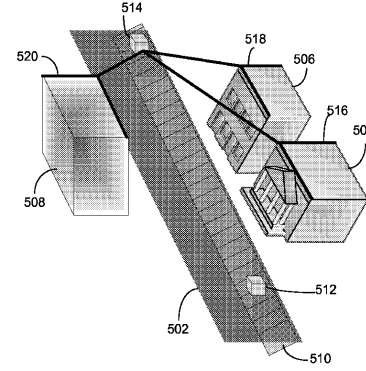


Fig. 5

【 図 6 】

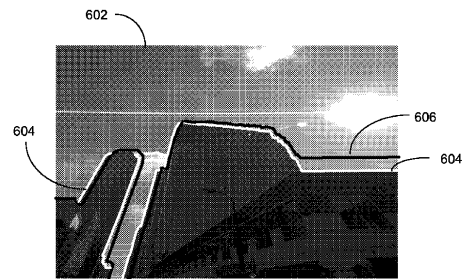


Fig. 6

【 図 7 】

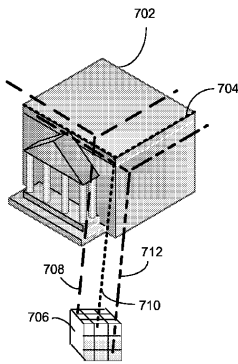


Fig. 7

【 図 9 】

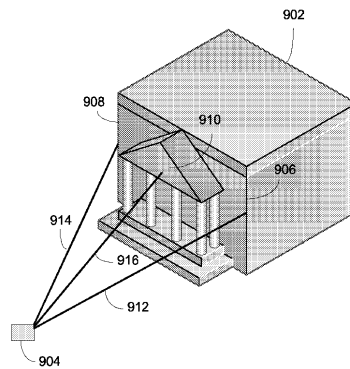


Fig. 9

【 図 8 】

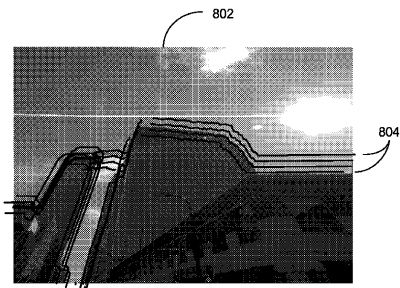


Fig. 8

【図10】

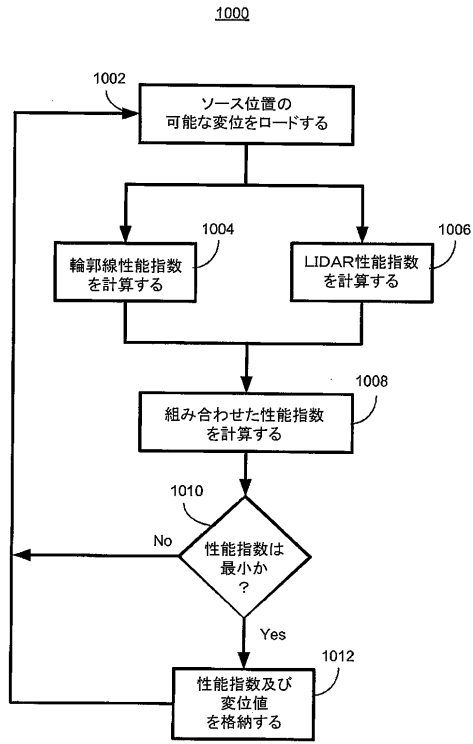


Fig. 10

フロントページの続き

- (72)発明者 ムクティヌタラパティ, カルティク・チャンドラ
アメリカ合衆国ワシントン州 9 8 0 5 2 - 6 3 9 9, レッドモンド, ワン・マイクロソフト・ウェイ, マイクロソフト コーポレーション, エルシーエイ - インターナショナル・パテント
- (72)発明者 タブ, マーク・ダイヴィド
アメリカ合衆国ワシントン州 9 8 0 5 2 - 6 3 9 9, レッドモンド, ワン・マイクロソフト・ウェイ, マイクロソフト コーポレーション, エルシーエイ - インターナショナル・パテント
- (72)発明者 ナギー, ペテ
アメリカ合衆国ワシントン州 9 8 0 5 2 - 6 3 9 9, レッドモンド, ワン・マイクロソフト・ウェイ, マイクロソフト コーポレーション, エルシーエイ - インターナショナル・パテント
- (72)発明者 ビー, ジャオクイアン
アメリカ合衆国ワシントン州 9 8 0 5 2 - 6 3 9 9, レッドモンド, ワン・マイクロソフト・ウェイ, マイクロソフト コーポレーション, エルシーエイ - インターナショナル・パテント
- (72)発明者 キムチー, ギュール
アメリカ合衆国ワシントン州 9 8 0 5 2 - 6 3 9 9, レッドモンド, ワン・マイクロソフト・ウェイ, マイクロソフト コーポレーション, エルシーエイ - インターナショナル・パテント

審査官 村松 貴士

- (56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 3 3 9 1 2 7 (J P , A)
入江徹, 外 2 名, “ 実画像と 3 D 地図間のカメラ位置推定に関する研究 ”, 情報処理学会研究報告, 社団法人情報処理学会, 2 0 0 4 年, V o l . 2 0 0 4 , N o . 1 2 1 , p . 8 5 - 9 0

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 6 T 1 / 0 0 - 1 9 / 2 0