

[Original article]

(2007年1月16日 Accepted)

三次元道路地図製作のための グラフィカルな構築システムの開発

藤 耕平¹, 入江 徹², タン ジュークイ¹, 石川 聖二¹

1) 九州工業大学, 2) 株式会社 ジオ技術研究所

要約: 近年, IT 技術は様々な社会システムに導入されている. 特に GIS 技術は, 電子地図など我々の生活に重要な情報を提供するようになった. 現在, 地図業界ではカーナビゲーション, インターネット等での利用目的とした視認性に優れた三次元地図が注目されている. 三次元地図生成について航空写真や衛星写真等を利用する手法がいくつか提案されている. しかし, これらの手法では道路情報等の緻密な三次元地図を生成することはできない. 本論文では三次元地図製作のための新たな手法を提案する.

キーワード: 三次元地図, カーナビゲーション, GIS, ITS, image processing

A Development of a graphical system for producing a three-dimensional road map

Kouhei TOU¹, Tohru IRIE², Joo Kooi TAN¹, Seiji ISHIKAWA¹

- 1) Faculty of Engineering, Kyushu Institute of Technology
2) GEO Technical Laboratory Co., Ltd.

Abstract: Information Technology has recently been introduced to various social systems. Especially, important information for our living like a road map has been brought by Geographic Information Systems. Particularly, a 3-D road map is a strong concern of map-producing industries because of its visual understandability in car navigation. Although there are researches on the development of 3-D road maps, most of them employ aerial views obtained from an airplane or a satellite. They cannot offer an exact 3-D road map, since certain road information cannot be observed from above. This paper proposes a novel technique for creating a 3-D road map. It includes proposal of a vehicle that collects ground-view information of a road environment and a graphical system for producing a 3-D road map employing the collected information. The function of the proposed technique is to make a 3-D map by fitting measured data to a given 2-D map. In order to evaluate the proposed technique, we performed experiments at several cities in the world, and produced highly realistic 3-D graphical maps of the road environment. This confirms the availability of the proposed technique.

Keywords: 3-D maps, road maps, car navigation, GIS, ITS, image processing

Kouhei TOU

Sensuicho 1-1, Tobata, Kitakyushu, Fukuoka, 804-8550 Japan

Phone: +81-93-884-3000, Fax: +81-93-884-3183, E-mail: tou@ss10.cntl.kyutech.ac.jp

1. 序論

近年、IT技術は様々な社会システムに導入されている。特にGIS¹⁾技術は、電子地図²⁾等我々の生活に重要な情報を提供するようになった。現在、地図業界ではカーナビゲーション、インターネット等での利用を目的とした視認性に優れた三次元地図が注目されている。三次元地図生成について航空写真や衛星写真等を利用する手法^{3)~5)}がいくつか提案されている。しかし、これらの手法では道路情報等の緻密な三次元地図を生成することはできない。本論文では三次元地図製作のための車輻計測とグラフィカルな製作システムを提案する。

1.1 地理情報の計測

実世界の情報を計測し仮想的な三次元空間を生成する手法として、レーザ計測データ等を利用し三次元仮想都市空間を構築する手法⁶⁾や、航空写真から建物の三次元形状を生成する手法⁷⁾等がある。しかし、上空からの計測では建造物の側面情報やカーナビゲーション等で要求されるような緻密な地理情報、例えば路面標示、案内標識、建造物情報、信号機、街路樹等の情報を取得することは難しい。また、トンネル内・高架道路下や樹木で覆われた道路、ビルの陰に隠れてしまった道路周辺の情報を取得することはできない。これらの問題を解決する手段として車輻等の移動体にセンサを搭載し計測する手法が研究^{8)~11)}されている。しかし、移動体で計測する場合、上空から計測する方法と比べて短時間で広範囲に計測することはできない。このため、効率よくデータを収集・処理する必要がある。移動体の計測データを効率よく処理するには、自己位置を知ることが重要である。移動体の自己位置を取得する方法としては、GPS¹²⁾等を利用し絶対位置を取得することが考えられるが、一般的にGPSは数十m程度の誤差を含む。また、移動体の位置計測方法としてより精度の高いDGPS等の計測方法もあるが、高層建造物が立ち並ぶ都市部ではマルチパスや捕捉衛星数の減少等の原因により極端に精度が落ちる。このような測位環境に依存するGPSの弱点を補うため、距離パルス・ジャイロセンサを利用した慣性航法による高精度な計測装置があるが、慣性航法では誤差が時間・走行距離と共に累積してしまうという問題がある。その他、車輻の位置を推定する方法として、カーナビゲーションにおいてはネットワークデータを利用したマップマ

ッチング技術もあるが、走行ルートを特定する技術であり、正確な位置情報の取得は期待できない。

本論文では、三次元地図を製作する上で必要となるデータの収集を行う車輻計測システムと車輻位置推定手法を提案する。提案する手法ではデータ収集後、自車位置を推定するために、1)航空写真、2)二次元電子地図、3)路面を撮影したビデオフレーム画像、4)GPS受信機で取得可能な位置情報を利用する。本手法では、GPSの位置情報を補助的に利用し、計測したフレーム画像と航空写真、二次元電子地図を使ってより精密な位置を求めるため、GPSの位置精度に依存しない自車位置の推定が可能となる。

1.2 三次元地図の作成

近年、カーナビゲーションやインターネットにおいて実写画像等から製作した三次元地図¹³⁾が注目されており、様々な三次元都市空間の復元手法が報告されている。三次元形状復元の受動的な手法として、航空写真から建造物の三次元形状を復元する手法や、車輻にビデオカメラを搭載して撮影した複数の静止画または動画画像からステレオ法や因子分解法等を使って復元する手法^{14)~16)}がある。また、能動的な手法としては、レーザレンジファインダを使用した方法等が報告されている。これらの手法は、詳細な三次元形状を復元する手法であり、膨大なデータに対しノイズ除去等の複雑な後処理が必要である。

我々は、視認性や直感性を重視する三次元地図として、収集したデータから必要な情報のみを抽出し三次元空間上に表現することが重要であると考え、そこで、三次元空間上に表現する情報としては、景観を表現するための建造物の壁面情報、路面情報や規制情報、案内のための情報として方面案内看板等を想定し、これらの情報を簡単な操作で入力可能な三次元地図製作システムを提案する。本システムで製作する三次元地図は、実世界を簡易に表現した三次元地図であるが、従来の三次元地図では表現できなかった道路情報や信号機、案内看板等の緻密な地理情報を表現することができる。

1.3 論文の構成

本論文では、まず第2節で三次元地図製作システムの概要について説明する。次に、第3節でデータ収集

について、第4節では二次元地図入力処理、第5節で三次元地図入力処理について詳述する。第6節では、提案した計測手法を使って博多駅周辺(福岡)を計測し、その計測データから三次元地図製作を行った評価実験について述べる。最後に第7節で本論文のまとめを述べる。

2. 三次元地図製作システムの概要

提案手法では、実世界から取得する情報は、地面に対し水平な面情報と垂直な面情報であると仮定する。我々は、水平面情報として道路面の情報を取得し垂直面情報としてビルの壁面や看板、信号機等の情報を取得する。これらの情報をカメラ等のセンサを搭載した車輦で計測する。また、二次元電子地図、航空写真が存在することを前提とする。本手法では、二次元の計測位置を水平地理情報から特定し、地図上に表現する。二次元情報を水平地理情報から、三次元情報を垂直地理情報から取得し配置する。

三次元地図製作システムは、STEP S1: データ収集、STEP S2: 二次元地図入力処理、STEP S3: 三次元地図入力処理の3つの工程から成る。処理フローを図1に示す。

3. データ収集

本章では、データ収集について説明する。三次元地図を作成する上で、計測装置で収集する主なデータを以下に示す。

A) 車輦位置の特定と路面情報取得のために利用する路面画像データ(路面画像)

B) 信号機や建造物等の地理オブジェクト情報取得のために利用する情景画像データ

C) 走行距離計測データ(車輦相対位置)

実世界の地物を地図上に正確に配置するには、それらを計測した自車(調査車輦)の正確な位置が必要となる。このため、全てのデータを収集する際には、位置・時間とセンサデータ間の同期を取る。これにより、全ての収集データを地図上に配置することが容易となる。本研究では、GPS等の装置から得られる絶対位置情報

を補助情報として用い、計測データから生成可能な走行路面画像(相対位置情報)を積極的に利用する手法を採用する。以下、提案する計測で使用する装置について説明する。

1) カメラ

本装置では、A)およびB)の画像を取得するために、複数台のビデオカメラを設置する。映像はテープに記録し、カメラ、他センサ間の同期を取るためにそれぞれPCに接続する。ある間隔でPCから同期信号(音声信号)を送り、テープの音声領域に同期信号を記録することで同期を取る。

2) オドメータ(走行距離計)

走行距離情報を取得するために、一定距離間隔で出力されるオドメータパルスをパルスカウンタでカウントする。

3) GPS

計測データを地図に仮配置する際に必要な位置情報の概略を取得するために、GPS受信機を使用する。

4) Personal Computer

PCは、(等距離)オドメータパルスをトリガーとしてDVカメラのフレーム番号、時刻、パルスカウント値、GPS位置情報を同期させて記録する。

図2に示す1)~4)の装置構成により、オドメータパルスをトリガーとして画像フレーム間に相対的な距離関係を持たせることができる(GPSによりある程度の精度を持った絶対位置も取得している)。

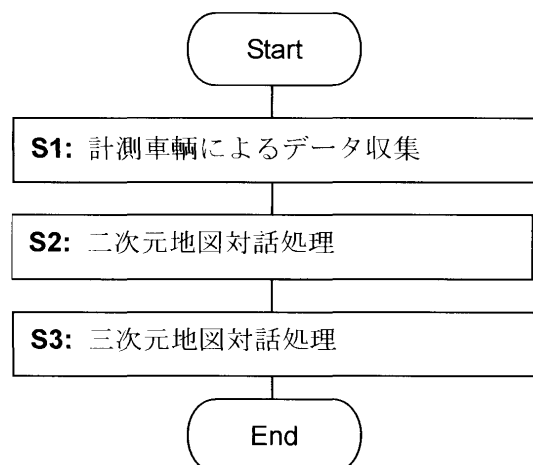


図1 三次元地図製作システムの処理フロー

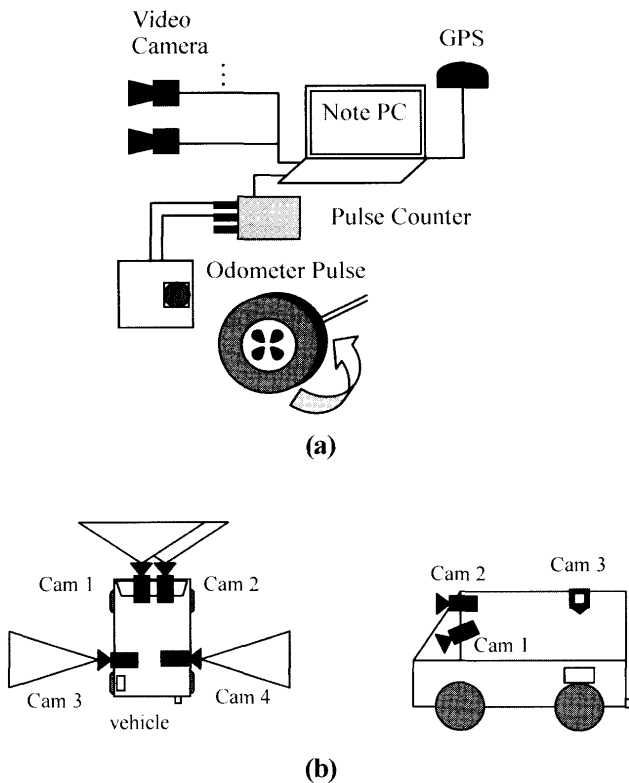


図2 計測車輛の構成：
(a) 車載装置の構成；(b) カメラ配置

4. 二次元地図入力処理

二次元地図入力処理は、既存の二次元電子地図に計測情報を配置し、三次元地図の初期状態(図3)を構築する処理である。図4に処理の流れ、図5に車輛位置推定の様子を示す。

S2_1では、車輛位置の推定に利用する路面オルソ画像を生成する。**S2_2**では、GPSの位置情報を利用して計測データを地図上に仮配置する。**S2_3**では、横断歩道等の特徴的な道路ペイントが撮影された路面オルソ画像を自動抽出し、これらをチェックポイントと定義する。また、このステップでは手動処理によりチェックポイントの路面オルソ画像を航空写真と重ね合わせ車輛の位置と方向を推定する。**S2_4**では、チェックポイント間をNURBS曲線で接続する。NURBS曲線は、航空写真と二次元電子地図を参照しながら道路に沿うように構成点を手動で入力し定義する。チェックポイント以外の車輛位置は、距離情報とこの曲線を利用して推定する。**S2_5**では、チェックポイント以外の路面オルソ画像の配置位置を自動または手動で微調整する。**S2_6**は、配置した路面オルソ画像と航空写真を利用し

道路ペイント等の情報を手動で入力する処理である。以下、各処理について詳述する。

4.1 路面オルソ画像の生成

本論文における路面オルソ画像とは、画像の幾何変換により道路面に対して真上から撮影したオルソ画像と同等な画像を擬似的に作成した画像と定義する。ここで使用する画像は、車輛前方を撮影した画像フレーム(図6(a))の一部である。変換前の画像フレームは位置情報(絶対位置, 相対位置)を保持しているため、路面画像(図6(b))も同様に位置情報を保持する。

ここで、地面は無限に平らな面であることを前提とし、走行中の車輛のピッチ, ロール方向の変化量を考慮しない。路面画像は以下の手順で生成する。

- 1) 車輛前方に設置した格子状・等間隔のマーカを校正用画像として撮影する(図6(c))。
 - 2) マーカの画像上の座標 (x, y) を取得する。
 - 3) 4つのマーカで囲まれた領域毎に擬似アフィン変換パラメータ (a, b, c, d, e, f, g, h) を求める。
 - 4) 擬似アフィン変換式を用いて、実際の路面画像から変換後の路面画像の座標 (x', y') が得られる。
- ここで、擬似アフィン変換式は次式で示される。

$$\begin{aligned} x' &= ax + by + cx + dy + e \\ y' &= ex + fy + gx + hy + h \end{aligned} \quad (1)$$

4.2 二次元地図への仮配置

一定距離で区切った計測データを、GPSの緯度経度情報を使い、地図上に仮配置する。全ての調査画像には、GPSの測位情報による緯度経度情報が付与されているため、区間単位に対応するGPS緯度経度座標から最小2乗法により直線の傾きと重心を求め、計測データの仮配置を行う。

4.3 チェックポイントの位置決め

4.2で仮配置した計測データをより精密に配置する処理について説明する。本手法では、より正確な車輛の位置情報を取得するために、道路面ペイント(横断歩

道等)に着目し, これらいくつかのポイントの位置を決定する. このような計測データ内のいくつかのポイントをチェックポイントと呼ぶことにする. チェックポイントの位置決めは, 4.1 で生成した路面画像の中から路面ペイントが撮影されたものを抽出し, それらを航空写真に合わせこみ計測時の車輛位置と方向を決定する.

ここで, 我々はチェックポイントとして横断歩道が撮影されたポイントをその候補と想定し, 下記のアルゴリズムで路面オルソ画像から横断歩道の認識を自動で行う.

横断歩道の認識

路面オルソ画像から横断歩道を認識するため, 複数の画像フィルタを適用し, 白色領域を抽出する. 次に, 抽出した白色領域の垂直エッジを抽出し, 垂直エッジと画像に水平な線分との交点数により横断歩道を判定する. 以下, 詳細を説明する.

1) 白色領域の抽出

白色領域を抽出するために下記の4パターンA-Dの画像処理を行う.

- A. コントラスト強調 → 二値化(誤差最小化法)
- B. 明暗部分離処理(誤差最小化法) → コントラスト強調(暗部・明部別々に) → 二値化(誤差最小化法)
- C. コントラスト強調 → 二値化(誤差最小化法) → メディアンフィルタ×5回
- D. 明暗部分離処理(誤差最小化法) → コントラスト強調(暗部・明部別々に) → 二値化(誤差最小化法) → メディアンフィルタ×5回

A は, コントラストを強調し白色領域を抽出する. B はビルディングの影等により画像中に暗部と明部が混在する場合にコントラスト強調を明暗部で分離して処理を行う. C, D は, 横断歩道の劣化等によるノイズをメディアンフィルタで除去し白色領域を抽出する.

2) エッジ抽出処理

白色領域を抽出した画像A-Dから白線の垂直エッジを抽出し, 線分情報を取得する. 垂直方向のエッジを抽出するために水平方向の Sobel フィルタを使用する.

3) 横断歩道判定処理

抽出したエッジと画像に水平な2本の線分との交点数を求める. 4つの画像A-Dの内1つでも交点数がある閾値を越える場合, 横断歩道とみなす(図7).

4.4 NURBS 曲線によるチェックポイント間の接続

4.3 でチェックポイントの位置が決定された. 2つのチェックポイントは, 二次元地図の道路に沿って定義されたNURBS(Non-Uniformed Rational B-Spline)曲線¹⁷⁾上で接続される. 2 チェックポイント間に存在する計測データの位置は, 距離情報に従いこのNURBS曲線で補間する.

4.5 路面画像位置の微調整

NURBS 曲線上に配置した路面オルソ画像に対し, 位置の微調整を行う手法について説明する.

より厳密な位置を求めるために, 隣接する路面オルソ画像領域内の色差により画像マッチングを行う. 画像マッチングには, 1)輝度値 Y, 2)彩度 S(Saturation), 3)色相 H(Hue), 4)画像位置のずれを考慮した式(2)に基づいて画像位置を逐次変更し, 最も評価の良い位置を採用する.

$$E = \min_x (Y_d + H_d + S_d + D_d) \quad (2)$$

$$\begin{aligned} Y_d &= (Y_i - Y_j) / 255, \\ H_d &= \{ \tan^{-1}(C_{i1}/C_{i2}) - \tan^{-1}(C_{j1}/C_{j2}) \} / 360, \\ S_d &= \{ (C_{i1}^2 + C_{i2}^2)^{1/2} - (C_{j1}^2 + C_{j2}^2)^{1/2} \} / 100, \\ D_d &= w \times \{ (i-j) / width \}, \\ C_{i1} &= 0.7R_i - 0.59G_i - 0.11B_i, \\ C_{i2} &= -0.3R_i - 0.59G_i + 0.89B_i, \end{aligned}$$

i, j : pixel position of image i and j ,
 R, G, B : RGB value
 w : weight,
 $width$: width of the image,
 x : horizontal displacement of image i and j .

式(2)より, $[0, 1]$ 区間に正規化された輝度値 Y, 彩度 S, 色相 H の差分和が小さく, 画像位置のずれが小さいものを最良の移動量として採用する.

4.6 路面ペイントの入力

二次元地図上に配置された路面画像と航空写真をソースとして、入力処理により道路路面ペイントを入力する。表示された情報を元に地面上にポリゴンやテクスチャで表現した路面情報を配置する。本システムでは、地面は無限に平らな面(高さ0の面)であるとする。



図3 三次元地図の初期状態

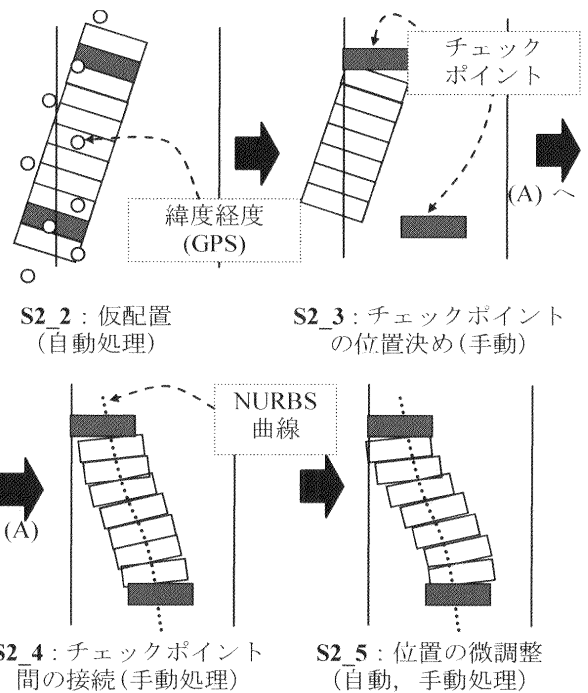


図5 車輦位置推定

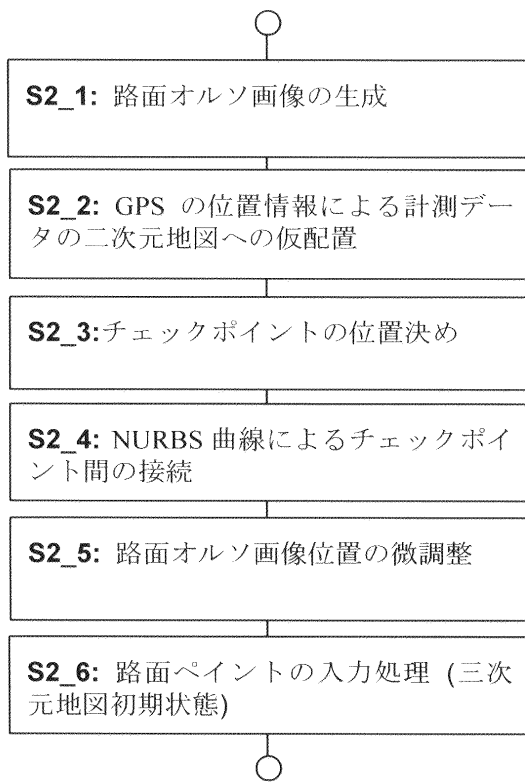


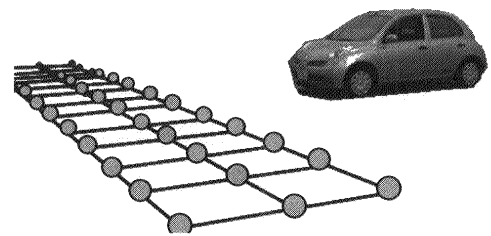
図4 二次元地図入力処理のフロー



(a)



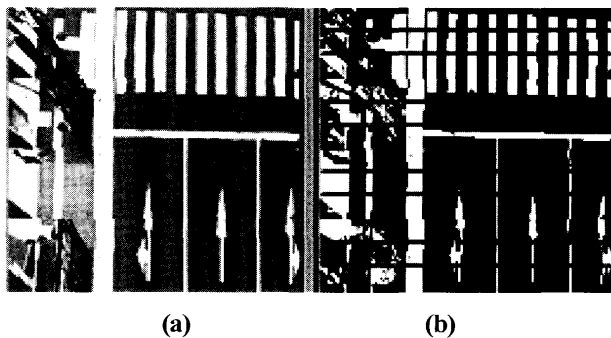
(b)



(c)

図6 路面オルソ画像の生成:

- (a) 車輦正面に取り付けたカメラの画像;
- (b) 路面オルソ画像;
- (c) 校正用マーカの撮影



(a) (b)

図7 横断歩道の抽出:

(a) 路面オルソ画像; (b) 白色領域抽出と横断歩道検出のための水平ライン画像

5. 三次元地図入力処理

三次元地図入力処理は、4 節で構築された初期三次元地図に立体情報を入力し三次元地図を製作する処理である。図8に処理の流れを示す。以下、各処理について詳述する。

5.1 建造物の自動生成

建造物の形状を二次元電子地図が持つ建造物の平面ベクトルデータと建造物の階数情報から1階分の高さを設定して自動生成する(図9(a))。

5.2 建造物のテクスチャマッピング処理

5.1 で自動生成した建造物に対して、計測した情景画像から建造物の壁面情報を抽出し、それを壁面にテクスチャマッピングする。簡易な形状に実写画像から取得したテクスチャを適用しただけではあるが、ドライバーズビューにおいては現実感のある情景を表現することが可能である(図9(b))。

5.3 三次元オブジェクトの配置

実世界には、道路に沿っていくつか典型的なオブジェクト(街灯、信号機、街路樹等)が存在する。本システムでは、計測した情景画像からこれらの典型的なオブジェクトを取得し、三次元地図上に配置する。オブジェクトの三次元形状データはデータベースに格納さ

れており、入力処理で車載カメラの外部パラメータを求め¹⁸⁾配置する位置を決定する。

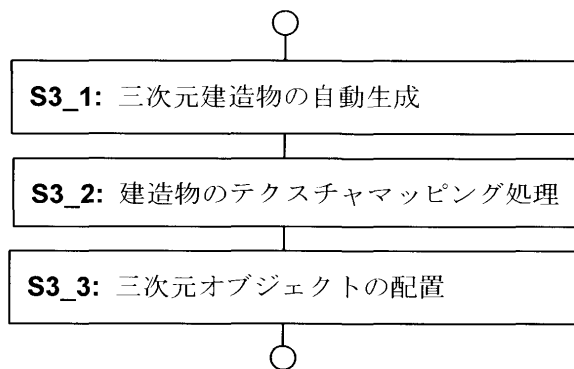
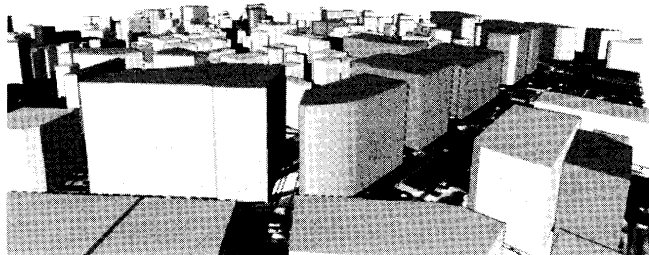


図8 三次元地図入力処理のフロー



(a)



(b)

図9 三次元地図の生成:

(a)自動生成した三次元建造物;
(b)建造物形状にテクスチャマッピングした映像

6. 評価実験

提案手法を用いて、実際の計測から三次元地図の製作を行った。以下、実験結果について述べる。

4.1 実験環境

本実験環境について、装置構成と調査地区を示す。

4.1.1 実験装置

A) ビデオカメラ

計測装置(図2)には、路面計測用(Cam1)、車輛進行方向撮影用(Cam2)、車輛後部に建造物壁面撮影用カメラ2台 (Cam3, 4)を設置した。

B) 磁気式パルス発生器

距離計測のために車輛の右後輪に磁気式パルス発生器を設置した。磁気式パルス発生器は、強力磁石により磁化したタイヤのS-N極がタイヤの回転により入れ替わる際に発生する磁界の変化を取得し、パルスとして出力するものである。

C) GPS受信機

GPS受信機は、最小分解能(位置精度ではない)1.848(m)程度のGYRO (GPS未受信時の慣性航法に使用)を搭載したものを単独測位形式で使用した。

D) ノートPC

全ての機器を持ち運び可能なノートPCに接続して計測を行った。

E) 計測車輛

車輛は現地のレンタカー(普通車)を使用し、機材は全て車輛に設置した。また、計測はドライバーとナビゲータの2人で行った。

4.1.2 実験地区

4.1.1で示した計測装置を使用し、福岡博多駅周辺の計測を行った。

4.2 実験結果

計測装置によって取得されたデータ、調査地域の航空写真、および二次元地図を使い三次元地図を製作した。結果を図10に示す。同図(b)は、製作した三次元地

図のサンプル画像である。サンプル画像が示すように、計測装置によって得られたデータ(a)から、現実感の高い三次元空間を構築できていることが確認できる。

7. まとめ

本研究では、三次元地図製作のためのグラフィカルな三次元地図製作システムを提案した。提案システムを用いて車輛計測と三次元地図の製作を行った。提案システムにより、航空写真や衛星写真を使った従来手法では表現できなかった道路情報等の緻密な情報を表現した、現実感の高い三次元地図の製作が可能であることを示した。また、路面画像を利用して計測時の車輛の二次元位置を求め二次元地図上に計測データを配置したことで、以降の作業の効率化を実現し、従来システムと比較しておよそ30%の製作コスト低減を達成した。

現在、車輛計測分野では、形状復元や形状認識、自車位置推定等の研究^{17~20)}が活発に行われている。今後は、提案システムの完全自動化をめざして、これらの研究を基盤とした研究を進める予定である。



(a)



(b)

図10 製作した三次元地図と撮影画像の比較：

- (a) 計測した情景画像；
- (b) 製作した三次元地図

参考文献

- [1] 国土交通省
<http://www.mlit.go.jp/road/its/j-html/index.html>
- [2] 株式会社 ゼンリン <http://www.zenrin.co.jp>
- [3] 熊谷潤, 中川雅史, 趙卉菁, 柴崎亮介 “高解像度衛星画像からの道路抽出”, 日本写真測量学会平成14年度年次学術講演会発表論文集, 155-158(2002.06)
- [4] 渡辺真太郎, 宮島耕治, 井上潮, 中村太一 “ステレオマッチングを応用した撮影の位置と時期が異なる航空写真の建造物の変化抽出”, 電子情報通信学会論文誌, VOL.J85-D-II, NO.10, pp.1531-1540, 2002年10月
- [5] 俣俐麗, 内村圭一, 脇阪信治 “ファジィ推論を用いた衛星画像からの道路抽出に関する研究”, 第17回熊本県産学官技術交流会講演論文集, pp. 24-25, Jan. 2003.
- [6] 中川雅史, 柴崎亮介 “TLS (Three Line Sensor)を用いた三次元建物データ構築手法の開発”, 研究報告「コンピュータビジョンとメディア」. No.142-013, Jan-04
- [7] K. Azmi, S. Ono, M. Kagesawa, and K. Ikeuchi, “Automatic reconstruction of large-scale virtual environment for intelligent transportation systems simulation”, *Proc. The 11th ITS World Conference*, October, 2004.
- [8] 廣瀬通孝, 渡辺真二郎, 谷川智洋, 遠藤隆明 “実写画像を用いた広域仮想空間構築における画像生成手法の研究”, 信学技報, MVE98-32, pp.53-58 (1998)
- [9] H. Zhao and R. Shibasaki, “Reconstructing a textured CAD model of an urban environment using vehicle-borne, laser range scanners and line cameras”, *Machine Vision and Applications*, Vol. 14, No. 1, pp. 35-41, 2003.
- [10] T. Asai, M. Kanbara, and N. Yokoya, “3D modeling of outdoor scenes by integrating stop-and-go and continuous scanning of rangefinder”, *Proc. ISPRS Working Group V/4 Workshop 3D-ARCH 2005: Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures*, Vol. XXXVI, 2005.
- [11] 内村圭一, 中村国章, 富永裕之, 脇阪信治, 有田秀禎: “デジタル道路地図上への道路案内標識の取り込み”, 第一回 ITS シンポジウム 2002 Proceedings, pp.25-30(2002)
- [12] 坂井丈泰, GPS 技術入門, 東京電機大学出版(2003)
- [13] 株式会社 ジオ技術研究所
<http://www.geogiken.co.jp>
- [14] M. Okutomi and T. Kanade, “A multiple-baseline stereo”, *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol.15, no.4, 1993.
- [15] C. Tomasi and T. Kanade, “Shape and motion from image streams under orthography: A factorization method”, *Int. J. Computer Vision*, vol.9, no.2, pp.137-154, 1992.
- [16] 徐剛, 写真から作る3次元CG〜イメージ・ベースド・モデリング&レンダリング〜, 近代科学社 (2001)
- [17] Open GL による三次元CGプログラミング
 林 武文, 加藤 清敬 2003
 株式会社コロナ社
- [18] T. Irie, K.Tou, M.Uchinomi, “Camera Position Estimation between Real Image and 3D Map”, *Graphics and CAD*, Vol.2004, No.121, 2004-CG-117 (Japan)
- [19] 足立淳, 佐藤淳 “未校正車輻における自車輻位置推定”, 電子情報通信学会論文誌, VOL.J89-D NO.1, pp.74-83, 2006.
- [20] 横地裕次, 池田聖, 佐藤智和, 横矢直和 “動画像とGPSによるハイブリッドなカメラ位置・姿勢推定法”, 情報処理学会 研究報告 CVIM147-12, Jan. 2005.
- [21] A. Broggi, “Robust real-time lane and road detection in critical shadow conditions”, *Proceedings IEEE International Symposium on Computer Vision, Coral Gables, Florida*, pp.353-358 November 1995.

藤 耕平 (とう こうへい)

現職 九州工業大学大学院博士後期課程, ジオ技術研究所(株) 研究開発部研究開発課所属

略歴 H15 九工大・大学院博士前期課程修了, 同年4月同大学博士後期課程入学, ジオ技術研究所(株)入社 計測自動制御学会会員

研究テーマなど 画像計測及び解析



入江 徹 (いりえ とおる)

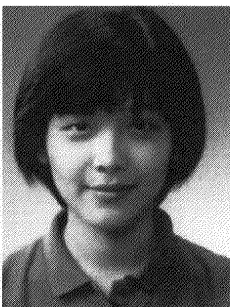


現職 ジオ技術研究所(株) 研究開発部
研究開発課所属

略歴 H16 九工大・大学院博士後期課程修了, 工学博士. 同年ジオ技術研究所(株)入社. 日本知能情報フェジィ学会, 電子情報通信学会, 計測自動制御学会の会員.

研究テーマなど 画像計測及び解析, パターン認識

タン ジュークイ (たん じゅーくゐ)



現職 九工大・工・助手

略歴 九工大・大学院博士後期課程修了, 工学博士. 同年同大SVBLポストドク研究員. 現在, 同助手(機械知能工学科). H10年度計測自動制御学会九州支部奨励賞, H16年度情報処理学会九州支部第13回奨励賞, 同年度知能生命・ロボット国際シンポジウム(AROB2005)若手奨励賞受賞.

学会活動 IEEE, 計測自動制御学会, 情報処理学会各会員

研究テーマなど 画像計測及び解析, パターン認識

石川 聖二 (いしかわ せいじ)



現職 九工大・工・教授

略歴 東大・工・計数卒, 東大院博士了, 工学博士. 九工大工学部講師(情報工学科), 同助教授(電気工学科)を経て, 現在同教授(機械知能工学科). この間シェフィールド大(連合王国)客員研究員, ユトレヒト大(オランダ)客員教授.

学会活動 計測自動制御学会, 電子情報通信学会, IEEE 各会員

研究テーマなど ビジュアルセンシング