

モバイルマッピング技術

前原秀明*
石渡要介**

Mobile Mapping Technology

Hideaki Maehara, Yosuke Ishiwatari

要 旨

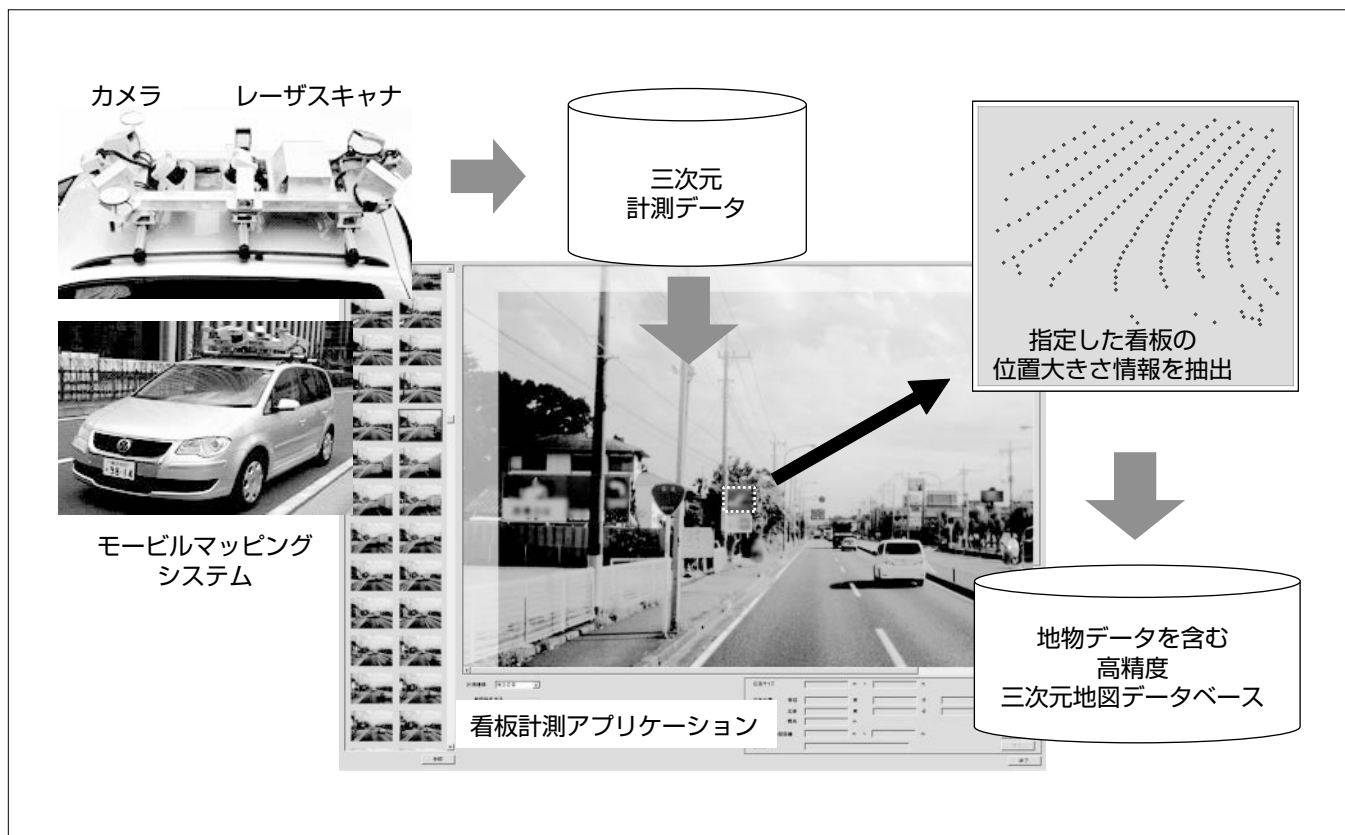
あらゆる生活空間でIT (Information Technology) を使って活動を支援するユビキタスサービスの普及が期待されている。スマートフォンなどのナビゲーションでは、現実の映像に情報を付加提示する拡張現実が使われるなどヒューマンインタフェースの進展も目覚ましい。このようなサービスでより良いインタフェースを実現するには、あらゆる生活空間のデータを管理するため、空間内の物体の構造データなどを含めた精密な三次元地図データベース(以下“三次元地図”という。)整備が必要である。

そこで、三菱電機は、車載カメラと、レーザセンサを用い、道路周辺の情報を効率的に収集する“モバイルマッピング技術”を開発している。今回、物体の自動抽出を目的

とし、道路周辺の看板の位置・大きさを測定する実験を行った。この実験では、看板位置・大きさ計測の際、看板の点群の前方にある電柱や電線といった障害物の点群を排除し目的の看板の点群を抽出することが重要となる。

この課題に対し、当社は、映像から看板を含む領域を指定し、その範囲の点群に対してグルーピングを行った後、画像上の分布範囲を用いて看板から得られた点群を抽出する方法を開発した。この方法を用いた看板の位置・大きさを計測するアプリケーションの試作、評価を行った。

真値との比較の結果、誤差5%以下で計測できることを確認した。今後は、計測精度の向上を図り、ユビキタスサービスの基盤となる高精度三次元地図の効率作成を目指す。



モバイルマッピング技術を用いた看板計測アプリケーション

カメラ画像と、センサから得られる点群を利用して、看板の位置、大きさの測量が行えるアプリケーションを試作した。簡単に高精度の三次元地図が作成でき、拡張現実を用いるサービスなどに適用できる。

1. ま え が き

あらゆる生活空間でITを使って活動を支援するユビキタスサービスの普及が期待されている。例えば、スマートフォンを使ったナビゲーションサービスなどが、その代表例であるが、そこではカメラによる現在地周辺の実写画像にナビゲーション情報が重畳表示される拡張現実技術が使われるなど、新たなヒューマンインタフェースが種々試みられている。

拡張現実を用いるサービスで、実写画像などに情報を重畳するためには、空間内物体の構造を把握し、管理する精密な三次元地図を整備することが必要である。しかし、三次元の都市地図の整備は屋外、屋内ともに手間がかかり、まだ限定された地域で、建物外観などのデータのみが実現されているにすぎない。

そこで、精密な三次元地図実現のために、車載センサを使って道路周辺の情報を効率的に収集する技術である“モバイルマッピング技術”を開発している。モバイルマッピング技術は、慣性計測装置(Inertial Measurement Unit：IMU)やカメラ・レーザレンジファインダ等を車両に搭載し様々な計測を行うものであり⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾、主に道路路面調査や道路周辺環境の計測等に適用されている。

当社はこのモバイルマッピング技術を利用し、道路周辺の物体、すなわち地物の抽出を目的として、データとして重要な看板の位置、大きさを測定する方式を開発し、評価実験を行った。この看板計測では“点群の中から看板の点群だけを抽出すること”が課題となる。特に、看板前の障害物の除去をいかに行うか、どの点群が看板でどの点群が障害物であるかを正確に判定することが重要である。

この課題に対し、ユーザーの指定情報を利用した半自動点群抽出手法を提案する。この手法は、看板を含む画像からユーザーに看板の範囲を指定させ、その範囲情報と、画像上における点群の分布状況から看板の点群を抽出するものである。この手法を実装したアプリケーションを試作して看板の幅・高さ算出を行い、真値と比較した。

2. 点群と看板計測アプリケーション

2.1 点群と地物

点群は、車両に搭載したレーザレンジファインダによって得られる測量結果(車両からの相対距離)を三次元座標に変換した、空間絶対座標上の点の集合である。それぞれの点は道路周辺環境上の1点を示し、その集合が道路・建物等を示す。そのため、適切に点群を抜き出すことで、道路周辺の特定の地物を構成することが可能となる。図1は道路周辺点群全体から行き先表示板の点群を抜き出した例である。

2.2 屋外広告物調査と看板計測アプリケーション

図1のように地物に対応する点群を抜き出し、点群の位置情報を利用することで地物の存在する場所・大きさ等を求めることができる。このことを利用し、“屋外広告物調査”実証実験を行った。この実証実験システム(図2)の一部として、カメラ画像と点群を利用して屋外広告物(看板)の位置・大きさ等の計測を簡易に行える看板計測アプリケーションを試作した。現状は調査ごとに、調査員が現地に赴き、看板の位置・大きさを個別に計測している状況であるが、データ収集車両が走行し、収集したデータを蓄積しておけば、必要な看板の計測がいつでもできるようになる。

なお、このアプリケーションでは、看板の形状・大きさが多岐にわたることを考慮し、画像から看板を自動認識させる全自動計測は想定しておらず、ユーザーに画像上の看板の範囲を指定させ、その看板の位置・大きさを計測する半自動計測を採用している。

2.3 点群の取捨選択

点群から看板位置・大きさの計測を行うためには、まず、看板を示す点群を選び出す必要がある。

カメラ撮影時の位置・向き等の情報によって、点群はカメラ画像上にマッピングすることができる。これによって、画像上の範囲内に収まる点群を選ぶことができ、また、目

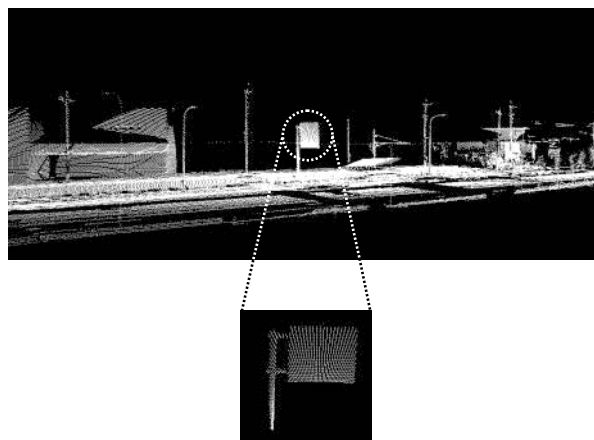


図1. 点群から行き先表示板を抜き出した例

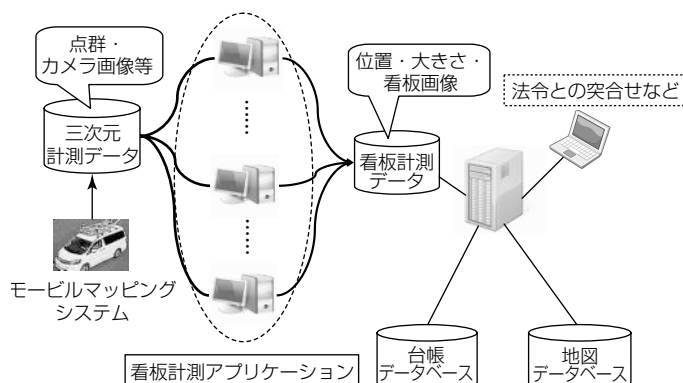


図2. 実証実験システムの構成

目的の看板の点群はこの範囲内に収まる。ただし、画像から範囲を指定するだけでは対象物までの距離が判別できないため、看板の点群だけを選び出すことはできない。これは範囲内の点群すべてが目的の看板の点群とは限らず、他の地物が画像範囲内に含まれる可能性があるためである。例えば、目的の看板の点群の前方に電柱や電線といった障害物があれば、それらの点群が含まれ得る。図3は図中の取得対象範囲(看板の一部)に収まる点群を抽出し、点群内の各点の位置(緯度経度方向)をプロットしたものであるが、看板のほかに手前の電柱・電線の点群も含まれることが分かる。看板測定のためには障害物の点群を取り除く必要がある。

3. ユーザー指定情報を利用した点群抽出手法

このアプリケーションでは、画像上の看板範囲は、ユーザーによって指定されるため、“看板以外の地物で看板より手前にあるものは、指定範囲の一部だけを覆う”ということになる。例えば、ユーザーは、目視によって地図上の範囲指定を行うため、選択された領域には、看板前方の電線や電柱等の障害物があっても看板の範囲を比較的正確に指定することができる。

目的の看板の点群は、指定範囲全体に分布するが、看板以外の地物は、指定範囲の一部の領域に分布するという特徴の相違となる。図3の例における看板と電柱等の点群の分布の違いを図4に示す。

一方、看板の後ろの他の看板や建物の壁等の地物の点群は、指定範囲全体に分布し得る。図5に事例を示す。

これらの特徴から、目的の看板の点群を選び出すためには、“各点群の部分集合を画像上にプロットした上で画像上での分布を抽出”し、“範囲全体を覆う分布となる部分集合のうち、画像撮影位置から最も近いものを選択する”ことで、目的の看板の点群を抽出することができる。点群抽

出手順としては“入力された点群を、点群間距離でグルーピング”し、各グループに対して“点群を画像上にマッピングし指定範囲にどれだけ収まるかを計算”，その占有度合いが閾値(しきいち)を超える、最も画像撮影位置に近いグループを看板の点群として出力する⁽⁷⁾。

4. 試作アプリケーションと評価

4.1 試作アプリケーション

試作した看板計測アプリケーションの画面を図6に示す。このアプリケーションでは、カメラ画像上の看板の範囲をユーザーが矩形(くけい)で指定することで、その看板の点群を抽出して大きさ・位置を計測する。

なお、このアプリケーションでは業務効率化のための機能として、一度計測した看板を明示する機能も実装している。これは、計測した看板の三次元位置を記録しておき、画像撮影時の車両位置、カメラ向きの情報から、画像上の位置を求めるため、どのような映像にも表示することが可能である(図7)。

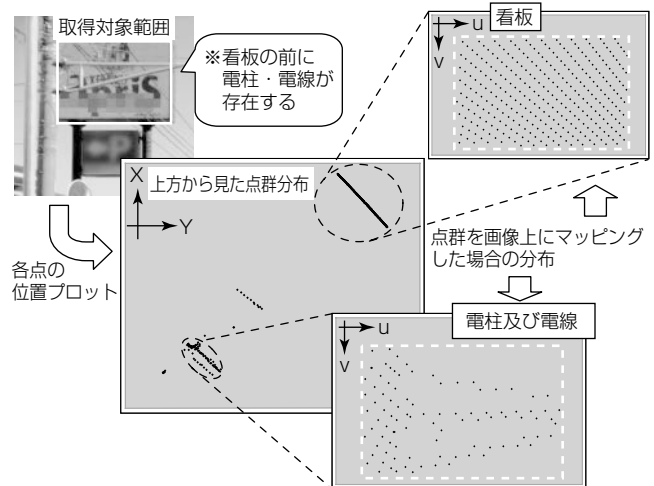


図4. 看板とそれ以外の地物の点群の分布例(1)

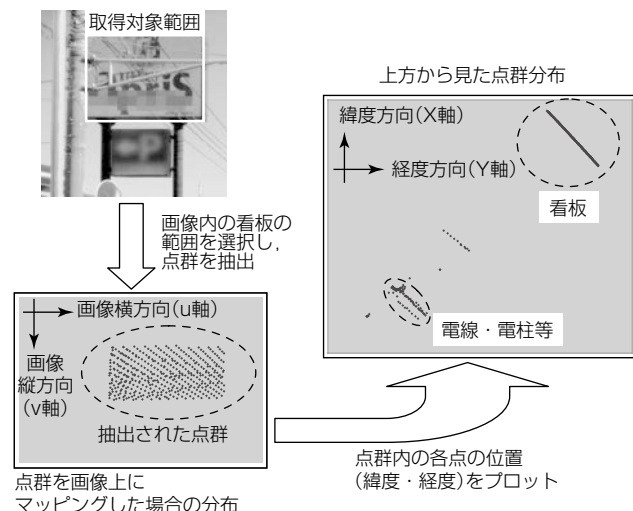


図3. 選択点群と点群の示す地物

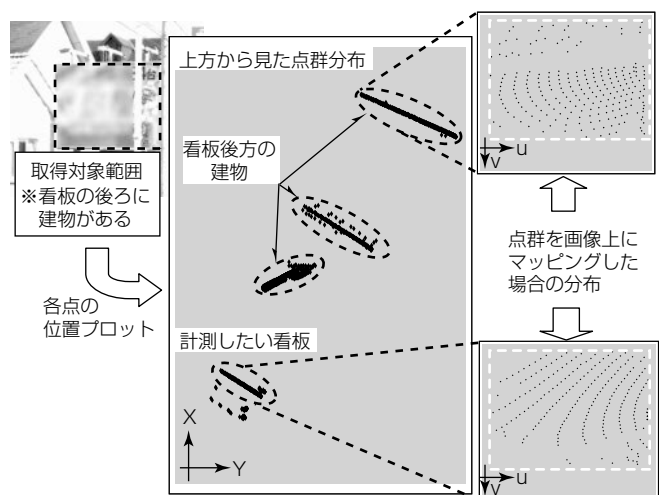


図5. 看板とそれ以外の地物の点群の分布例(2)

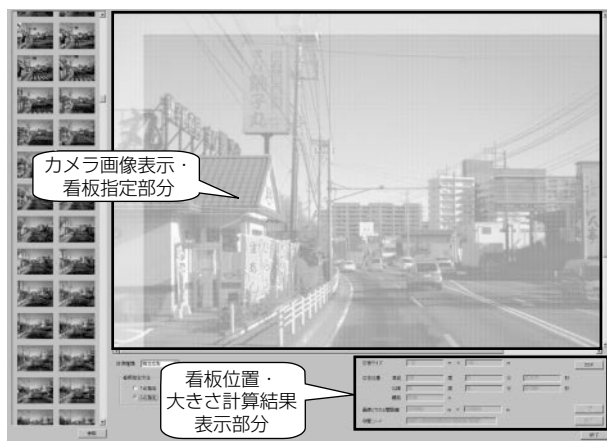


図 6. 看板計測アプリケーションの画面

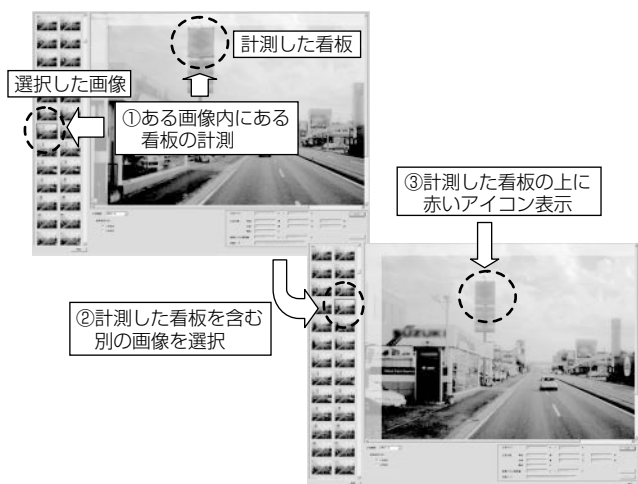


図 7. 地物の画像上での配置

4.2 評価実験

千葉県内の国道を走行，データを収集し，看板の計測を行った。大きさと位置情報を抽出し，看板の管理台帳に記載されている値を真値として比較した。比較例を表 1 に示す。

どの測量も誤差 5 % 以内で測定できていることが分かる。図 3～図 5 で示すように実際に看板前方には数多くの障害物が存在していたが，看板の点群の抽出は，いずれの場合にも正しく行われた。

誤差は，ユビキタスサービスの拡張現実インタフェースに適用するには十分の精度であると考えられるが，絶対精度で考えると大きなばらつきが生じている。これは，画像上でのユーザーの指定領域の誤差によるものと考えられる。画像上の 1 ピクセルが，今回の実験では 1～2 cm になるため，現状のユーザー指定領域内のみを扱う方法では，精度向上は困難であり，範囲指定方法や扱う点群の範囲決定方法等を検討する予定である。

5. む す び

カメラ画像と点群を利用した，看板の位置・大きさ測定のための点群抽出手法について述べた。ユーザーが視認した看板領域を指定することで，領域と点群の関係をを用いて，レーザ計測点から看板以外の障害物，背景物のデータを取り除き，対象看板の点群を精度よく抽出できる。開発しているモバイルマッピング技術を活用し，高精度三次元地図データベースを整備することで，実世界と情報世界を統合するユビキタス情報サービスとそのヒューマンインタフェースを実現する予定である。

この研究の一部は，総務省委託研究“ユビキタス・プラットフォーム技術の研究開発”（平成 20～22 年度）の一環として実施されたものである。

表 1. 測定結果・誤差

No.	真値(幅, 高さ)	測定結果(幅, 高さ)	幅誤差率	高さ誤差率
1	3.50m, 3.80m	3.54m, 3.87m	1.10%	1.80%
2	1.80m, 3.60m	1.74m, 3.56m	3.30%	1.10%
3	4.00m, 3.27m	3.91m, 3.28m	2.30%	0.30%
4	5.00m, 4.00m	5.21m, 4.09m	4.20%	2.30%

参 考 文 献

- (1) 三菱電機：三菱モバイルマッピングシステム 高精度 GPS 移動計測装置
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/pas/service/mms.pdf>
- (2) 吉田光伸，ほか：モバイルマッピングシステム，三菱電機技報，**81**，No. 8，513～516（2007）
- (3) 山口博義，ほか：多眼ステレオ 3D 計測システム，写真測量とリモートセンシング，**47**，No. 5，18～21（2008）
- (4) 史中超，ほか：マルチセンサ 3 次元計測システム，写真測量とリモートセンシング，**47**，No. 5，22～25（2008）
- (5) 石川貴一郎，ほか：モバイルマッピングシステムと三次元空間情報管理システム (G-VIZ™) を用いた実都市空間モデリング&ウォークスルーシステム，第 13 回ロボティクスシンポジウム（2008）
- (6) Ishikawa, K., et al.: A study of precise road feature localization using mobile mapping system, 2007 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics, 1～6（2007）
- (7) 石渡要介，ほか：オクルージョンを考慮したレーザー点群抽出に基づく看板計測アプリケーション，情報処理学会研究報告. ITS, [高度交通システム]2011-ITS-44(1), 1～7（2011）