

除雪車支援 ICT システムの研究開発 (092304011)

A Study of ICT System for Supporting Snowblowers

研究代表者

山崎克之 長岡技術科学大学
Katsuyuki YAMAZAKI Nagaoka University of Technology

研究分担者

山本寛 長岡技術科学大学
Hiroshi YAMAMOTO Nagaoka University of Technology

研究期間 平成 21 年度～平成 22 年度

概要

本研究開発は、通常の GPS よりも高精度が得られる高精度位置情報システム (RTK-GPS) と地図情報システムを活用し、除雪車の安全運行 (ガードレールへの衝突防止、マンホールの損傷防止等) を支援する ICT システムの研究開発を行うものである。また、地域の NPO や ICT 関連企業と連携してプロジェクトを遂行し、豪雪対策として地域住民の生活向上に寄与するとともに、地場産業の振興、新規事業の創出、地域の ICT 人材の育成等を図るものである。

Abstract

We have reported the development of a snowblower support system which can safely navigate snowblowers, even during a whiteout, with the combination of a very accurate GPS system, so called RTK-GPS, and a unique and highly accurate map of roadsides and obstacles on roads. The experiment has shown that the map created by the methods and RTK-GPS can sufficiently navigate snowblowers, whereby a secure and pleasant social environment can be archived in snow areas of Japan.

1. まえがき

地球温暖化の影響という説もあるが、ここ数年の豪雪とその被害は甚だしい。平成 22 年度冬季は従来は雪が多くない山陰地方でも豪雪の被害が大きかった。特に、単に降雪量が多いという問題ではなく、短期間の集中的な降雪 (夏場の集中豪雨に対応する) が多くなっているようである。このような豪雪の場合、時として起こる猛烈な地吹雪のため路面と路側の区別がつかないホワイトアウト状態となり、除雪車は路側の判定ができず道路外へ墜落する、あるいは道路側壁 (ガードレール) に衝突するといった事故が絶えない。また、道路上の障害物 (マンホールや消火栓・電柱など) の位置がわからないために、障害物を損傷し、毎年春のマンホールの修理費用がかさむという問題が発生している。あるいは障害物に注意しつつの除雪は、除雪速度が上がらず効率が低下している。

本研究テーマではこれらの課題に対する解決として RTK-GPS (参考 1) を利用した ICT システムの研究開発を行う (図-1)。本研究開発システムの特徴は、RTK-GPS を利用し除雪車の位置を高精度に計測すること、最近利用が可能となった車載型 3D レーザスキャナにより高精度の路側・障害物地図 (GIS) を用意すること、この両者を用いて除雪車のオペレータに対して路側・路面障害物への接近を通知すること、および取得した除雪車位置情報を道路管理者に通知し除雪車運行状況の管理あるいは住民への情報提供を行うことにある (参考 2)。本研究開発は新潟県くびき野地域で RTK-GPS を運用管理する NPO、ICT 企業と連携して実施した (参考 3)。

2. 研究内容及び成果

2. 1 情報ネットワーク技術の研究内容及び成果

本システムでは時々刻々の RTK-GPS 固定点データを除雪車 (移動体) に伝送する。ここで、固定点データを除雪車に伝送するネットワークとしては、携帯ネットワークが

一般的である。が、例えば、基地局のカバレッジの狭間において固定点データが受信できず、計算結果に誤差がでる可能性がある。

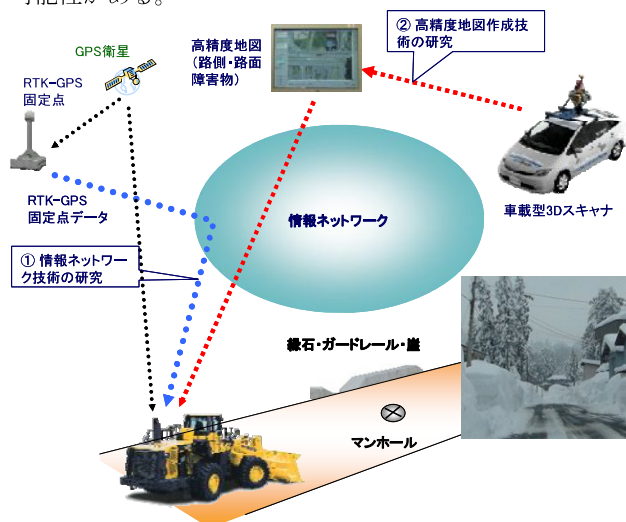


図-1 除雪車支援 ICT システム

除雪車用システムの研究開発にあたり、先ず、既存の測量用方式が除雪車という移動体にとって妥当であるか、特に、基地局ハンドオーバーの影響や通信特性について測定・評価を行った。この結果、既存の位置測位システムは TCP による再送が行われることから、固定点データが遅れて到着することになり、この遅着データの使用が除雪車という移動体では測位精度に大きな悪影響を与えることが明らかとなった。さらに、固定業務を主とする既存方式を様々な実験・評価した結果をふまえて、新たに除雪車 (移動体) 向けの RTK-GPS 固定点データ配信方式を考案した。考案方式では、データ受信と GPS 計測を分離する。すなわち、現在はデータを受信した後に GPS 計測を行っているため、デ

ータ遅着時に誤差を生じている。2つの処理を独立させることでデータ遅着の悪影響の抑制を図る。

これら考案した方式の定量的な検証・評価を計測するため、試作プログラムを作成して実験を行った。実験の結果、既存の測量方式と比較して、提案方式の方が、FIX 解(最良解)が得られる割合が多くなることが解った。FIX 解における RTK-GPS の測位精度は約 3cm 程度である。(測量業務では、正確な地図を作成する場合は FIX 解が得られるまで待つことになっている) よって、提案方式により移動体であってもほとんどの場合に約 3cm 以下、条件が悪い場合でも FLOAT 解 (FIX 解に次ぐ精度の計測、約 10cm 以下) の精度で測位できる見通しを得た。

2. 2 高精度地図作成技術の研究内容及び成果

本研究開発システムでは、あらかじめ、高精度の路側・障害物データ(地図)を用意することが重要である。既存の GIS として、国土地理院や各種地図情報を利用することが出来るが、これらは道路地図であるため、ガードレールや縁石といった路側の種類や障害物の位置など 3D データが明確に表示されていない。また、絶対位置精度が低いといった問題点もある。一方、先行車を検出するカメラも実用化されているが、これは走行しながらカメラで検出するものであり、雪が積もっている状態では使えない。

そこで、最近、普及が進んできた車載型 3D レーザースキャナで事前に路面をスキャンしたデータから障害物を検出しておき、その位置を除雪車に通知するシステムを考案した。路側検出プログラムは、3D スキャンデータを解析して縁石・ガードレールを検出し、検出結果をベクトルデータに変換する。ベクトル化を行うことにより、データ量を削減できるほか、他の障害物の検出へ応用することが出来る。同様に障害物検出プログラムは、3D スキャンデータを解析してマンホールや高さのある障害物を検出しベクトルデータに変換する。

ベクトルデータを道路管理者がチェックし、正しく検出出来ていた場合、データベースに保持する。本システムでは、障害物と疑われるものを全て検出し、道路管理者がチェックする。これにより、障害物の検出見逃しを防ぎ、精度の高いデータベースを比較的短時間で構築出来る。提案手法で実際の道路の障害物(マンホール・グレーチング)検出を評価した結果、適合率(出力と正解の一致数/出力の数)は 80%、検出見逃し率は 0%であった。

さらに、提案手法の性能を評価した結果、路側検出およびベクトル化に 1 時間/km、障害物検出に 4 時間/km の処理時間であった。例えば、妙高市の市道は約 700km であるため、システム導入時の処理としては、クラウドコンピューティングなどで 20 個の並列処理を行えば 1 週間程度で処理可能である。一方、例えば、妙高市の市道の改良工事は年間約 3.1km であるため、1 年に 1 回の処理としては 15.5 時間程度で処理可能である。以上から、十分実用可能な性能であるといえる。

なお、本方式で得られる路側・障害物データ(地図)の精度は、車載型 3D レーザースキャナの測位精度に依存する。実験の結果、車載型 3D レーザースキャナの測位は、上空視界が良い状態、すなわち GPS 衛星を十分に補足できる状態ならば精度約 7cm 程度であった。本研究開発の 3D スキャンデータ処理自体では精度の悪化は無いため、路側・障害物地図も精度約 7cm が得られることとなる。

3. むすび

本研究開発では、固定測量業務に使用していた RTK-GPS を除雪車という移動体を対象として新たな通

信方式を考案し、最近登場してきた車載型 3D スキャナの具体的な応用として除雪車支援向け地図データ作成技術を考案した。この両者を組み合わせて除雪車を高精度でナビゲートするシステムの実用化の目途を得た。

本研究開発の試作システムを用いて、実際の除雪車を用いた最終実証実験を実施した。3D スキャンデータ収集を行い路側・障害物マップを作成し、除雪車に Linux 端末を搭載し、研究開発した除雪車支援 ICT システムを実装して走行試験を行いシステムの有効性を確認した。本研究開発では、さらに、高精度あるいは 3D データ地図により新しい応用やビジネスが生まれることをアピールできた。また、測量業務を行う地域の NPO や企業が ICT 関連のビジネスへと取組みを始めた。

【誌上発表リスト】

- [1] Hiroshi YAMAMOTO, et. al., "Development and Evaluation of Roadside/Obstacle Detection Method using 3D Scanned Data Processing," IEICE TRANS. INF. & SYST. (to be published in 2012-2)
- [2] 添田勝真, 他, "除雪車支援 ICT システムにおけるデータ転送方式の検討," 電子情報通信学会技術研究報告, IA2009-85 (2010-2)
- [3] 石井惟成, 他, "除雪車支援のための 3D・GIS データ処理システムの開発と評価," 電子情報通信学会技術研究報告, IA2010-76 (2011-2)

【受賞リスト】

- [1] 添田勝真, 他, 電子情報通信学会インターネットアーキテクチャ研究賞, "除雪車支援 ICT システムにおけるデータ転送方式の検討," (2011-6)

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<http://snowman.nagaokaut.ac.jp/s-blower/>

【参考 1】RTK-GPS (Real Time Kinematic GPS) は、固定点(位置情報が既知となる電子基準点)を設置し、固定点から受信する電波の位相差を計測し測位計算を行う方式である。測位時間 1 分以下で、誤差数 cm が可能となる。新潟県くびき野地域(上越市、妙高市、糸魚川市)では、上越地域活性化機構およびくびき野地理空間情報センターが共同で RTK-GPS 固定点基地局を設置し、2005 年 4 月 20 日から運用している。主な用途は、測量作業であるが、一般への利用も公開されている。

【参考 2】除雪車位置情報を管理し住民へ情報提供を行うシステムは、(除雪車の位置計測はカーナビ程度の精度であり、路面・路側障害物対応は具備していないが)、本研究開発の実施中に、別件で総務省・ユビキタス構想推進事業の一環として妙高市において実用化された。

【参考 3】本研究開発は以下の組織と連携して実施した。(特定非営利活動法人)上越地域活性化機構：くびき野地域において ICT を基盤技術として提供し、産・学・官・民連携の促進や人材育成などを行っている。特に、金井度量(株)に参加いただいた。

(協同組合)くびき野地理空間情報センター：くびき野地域の測量設計業者の組合であり、GIS 基盤の整備、地域 GIS アプリケーションの開発を行っている。特に、(株)桑原測量社、新潟県上越国土測量(株)に参加いただいた。

(株)ジェーミック：CATV 事業を提供する上越ケーブルビジョン(JCV)の系列会社であり、地域ネットワーク事業を展開している。

(株)トプコン：くびき野地域における RTK-GPS 固定点システムを提供している。