

鉄道沿線設備判読支援ツールの開発

吉川 悟・北岡 栄一・徳田 浩一郎・中山 忠雅・清水 智弘・内田 修

Development of the tool to obtain position information of the facilities on railway lines

Satoru YOSHIKAWA, Eiichi KITAOKA, Kouichirou TOKUDA,
Tadamasa NAKAYAMA, Tomohiro SHIMIZU and Osamu UCHIDA

Abstract: West Japan Railway needs to get information about the absolute location of many facilities on railway lines for the safe transportation of railway. Then, we developed the road-rail vehicle for exactly locating those facilities, wherein said road-rail vehicle includes laser scanner, infrared camera and the like. This paper says the development of the tool to obtain said absolute location of many facilities from the point group data effectively and exactly, as well as problems and findings on the process of that development.

Keywords: 3次元データ (3Dlaser scanner), 赤外線カメラ (infrared camera), 設備管理 (equipment management), 位置情報 (location information), 鉄道 (railway)

1. はじめに

JR 西日本では、鉄道沿線設備の位置情報を一元的に取得する方法として、メジャー計測など従来の現地計測作業の課題（線路内作業の機会を最小限とし必要な精度を満たす）を解決した緯度経度情報を取得するレーザ設備位置計測装置の開発を行っている（吉川ほか, 2011）。これにより3次元点群データから各系統が管理する信号機や曲線標などの設備を軌道方向 50cm 以内の精度で取得できるようになった。

本稿では取得した膨大な3次元点群データや赤外線カメラの映像から鉄道沿線設備を効率的に判読し正確な位置情報を取得するため鉄道に特化した観点でシステム開発を行った。

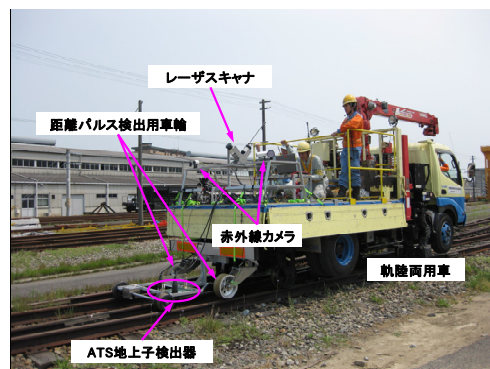


図-1 レーザ設備位置計測装置

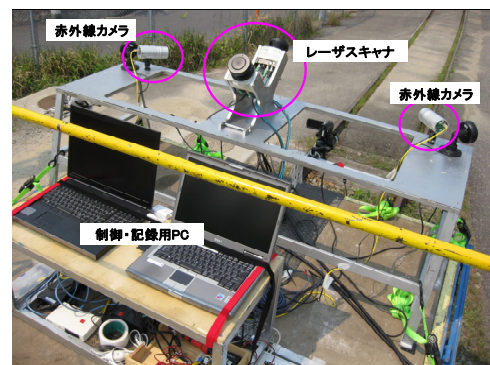


図-2 各種センサ装置

吉川 悟 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5-4-20

ジェイアール西日本コンサルタンツ株式会社

Phone: 06-6303-6981

E-mail: yoshikawa-s@jrnc.co.jp

2. システムの構成検討

2.1 判読作業の観点整理

設備判読支援ツール（以下、本ツール）を構築するにあたり、以下の観点を整理しながら進めた。

- 1) 対象とする判読設備の選定
- 2) 判読手法や体制の検討
- 3) ソフトウェアの構成
- 4) ハードウェアの構成

2.2 対象とする判読設備の選定

鉄道沿線設備の中から本ツールで判読の対象とする設備を絞り、機能の要求仕様範囲を明確にした。今回対象とした設備は以下の7種類である。

表-1 判読対象設備

設備分類	担当部門
信号機	電気（信号通信）
地上子	電気（信号通信）
セクション	電気（電力）
停車位置目標	輸送（運転設備）
曲線標	施設（保線）
勾配標	施設（保線）
分岐器	施設（保線）

2.3 判読手法や体制の検討

使用するデータ分類としては、表-2 に示す映像や図形情報である。レーザ設備位置計測装置から取得しているデータのほか、JR 西日本の電子線路平面図システムで使用しているデータ、および各系統が管理している台帳資料など、多様なデータを使用する。

判読の作業フローとしては上記データを開発した本ツールに取り込み、室内で各部門の設備担当が対象設備の判読作業を行うこととした。また、特定した設備位置の情報は最終的には車両に搭載し、列車制御にも利用することが想定されるため位置情報の判読誤りを無くす仕組みは非常に重要である。そのため点群データを3次元空間上で正確に設備特定する操作は専用オペレータが

行い、設備担当が指示を出し複数名でチェックする体制で実施することとした。

表-2 データ分類と集約元

データ分類	データ所管
3次元点群	レーザ設備位置計測装置
赤外線ビデオ	レーザ設備位置計測装置
設備台帳	各系統が管理する設備台帳
列車先頭ビデオ	電子線路平面図システム
軌道中心線図形	電子線路平面図システム
キロポスト図形	電子線路平面図システム
列車先頭ビデオ	その他（任意撮影）

2.4 ソフトウェアの構成

鉄道特有の要求仕様にも対応するためには独自に新規構築することが望ましいが、開発期間や開発費用が膨大となるため点群描画のコア部分は既存製品を使用し検討を進めた。開発要件として柔軟なカスタマイズが可能なこと、開発ライセンス費用が安価であるといった環境面も重要である。また、大量かつ長大範囲の3次元点群データの中から限られた沿線設備を特定するためには、高速表示が可能でユーザフレンドリーな操作性も必須である。その他にも将来的な拡張性として、ネットワーク環境での利用ができるほか、電子線路平面図システムなど位置情報を管理している各種システムと柔軟に連携していくことが可能な構成を考慮して新規開発を行った。

2.5 ハードウェアの構成

本ツールを利用した作業はレーザ設備位置計測装置や人員体制の課題もあるため一度に複数の環境で実施する必要はなく、以下の理由により高スペックの作業環境を準備する必要があった。一つは点群データ、映像データ、台帳データと多様な情報を比較しながらの作業となるため、モニタ画面は複数台で構成でき情報表示スペースが十分に確保できること、扱う各種データの性質から描画速度を向上するためのメモリやグラフィ

ックカードなどに拡張性があること、ネットワーク環境を必要としない作業環境であること、以上の要件から今回はスタンドアロン形式のデスクトップ PC 環境を選択した。



図-3 PC ハードウェア構成

3. 設備判読支援ツールの特徴

今回構築した本ツールの画面構成および特徴的な機能を以下に示す。



図-4 判読支援ツールの画面構成

3.1 設備の効率的な特定方法

膨大な点群データの中から設備を効率的に探すため、点群の持つ反射強度や高さ情報を利用して表示を自由に変更する機能や、表示画面レイアウト（鳥瞰図、上面図、側面図、映像、台帳）の自由な切り替えといった基本的な機能を持つ。さらに鉄道特有のキロ程情報や軌道中心線と点群データを同期させ、各系統の設備担当が管理している台帳から管理キロ程の位置に移動できる機能や、軌道中心線の線形に沿った移動機能等を開発した。また、詳細な箇所を特定するため赤外線

ビデオデータとも連動させることで点群だけでは把握しきれない情報も補完しながら確認できる仕組みを実現した。映像データは一般的な動画データも参照でき、補完情報として追加できるようになっている。



図-5 台帳・点群・ビデオ連動イメージ

3.2 判読誤りを無くす工夫

点群の中から判読設備の代表点を取得するが、その正確度が非常に重要である。判読誤りを無くするため本ツールでは次のような工夫を行った。一つは特定した点群は設備担当が指定した位置を正確に示しているか確認できる機能である。図-6の例では画面上にマーキングした代表点を中心に周回運動をさせ位置関係を確認しながら特定することで誤りを防止する機能である。

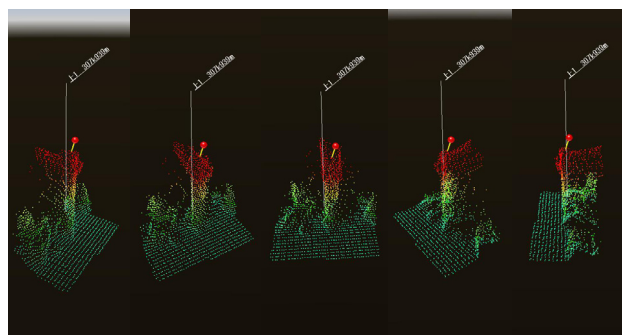


図-6 マーキングした代表点で周回表示

また、勾配標などは側壁などと点群が重なるなど判読しづらい場合に範囲を指定して抽出する機能である。操作は対象設備周辺だけを範囲指定して強調表示したり周辺状況を非表示にしたり点の大きさを変更させ認識度を向上させることができる。

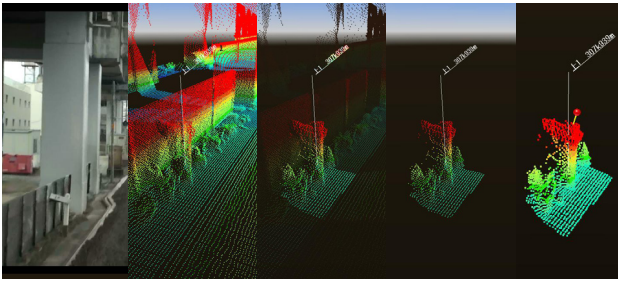


図-7 範囲を指定した表示と点表示変更例

抽出機能では軌道中心線形から一定の離隔幅の範囲について強調表示を自動的に行うことも可能とした。その他にも分岐器などでは周辺設備との位置関係を距離計測することで設計図面の数値と比較でき、より正確に対象設備であることを確認できる機能も開発した。

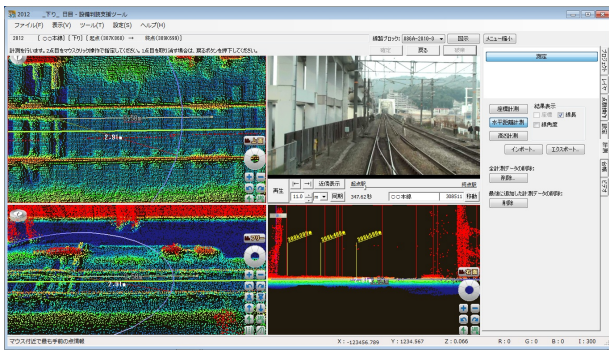


図-8 距離計測機能で相対位置の確認例

4. 判読性評価

開発した本ツールを利用して 2012 年 8 月に営業線約 10km の区間について判読作業を実際の管理台帳を対象に実施した。評価項目としては機能性・判読性の面で評価を行った。判読作業後、4 系統の部署へそれぞれヒアリングした結果、機能面では判読に必要な最低限の機能は実装されており、従来の方法に比べて効率的である。判読性としても本ツールを利用し判読設備の位置確認に利用することは可能であるとの評価であった。

4.1 判読時間

設備を特定するまでの判読時間は対象設備にもよるが 1 箇所 3 分から 15 分程度で実施できることが確認できた。本ツールを利用しないで一般的な点群や画像ビューアのフリーソフトなどを利用して以下の①～③の一連作業を実施した場

合は約 60 分程度必要であったことを考慮すると 4～20 倍は効率が上がっていることが確認できた。

- ①台帳から確認した設備の場所へ点群移動
- ②対象設備の代表点の特定（緯度経度取得）
- ③設備台帳へ位置情報を付与

4.2 操作性

当初、特殊な 3 次元点群データを扱うため判読作業は専用のオペレータによる操作を想定していた。しかし、判読作業の中で設備担当が直接操作を実施する場面もあった。特に操作の説明はせず数点の判読作業を一緒に実施するだけで、機能や判読手順のポイントが掴める程度の内容であり、本ツールが直感的な操作で実現できることも理由の一つと考えている。

4.3 課題

設備形状の小さい曲線標などでは周辺状況により点群だけでは特定が難しく 360° 映像の追加や反射強度の閾値調整機能が判読率を向上させるものと思われる。また、台帳・点群・映像の相互同期について精度を高めることや夜間ビデオの輝度調整なども判読率向上には有効と考えている。

5. おわりに

今回、現場に行くことなく室内で正確かつ効率的に設備位置の座標を取得する環境が構築できた。あわせて、鉄道沿線の 3 次元空間データを扱う環境が整ったため設備位置座標の特定作業に限らず、鉄道沿線の設備管理や状況把握において空間情報の高度利用の基盤整備につながるものと考えている。

参考文献

吉川 悟・宮土 忠祐・徳田 浩一郎・中山 忠雅・清水 智弘・辻 求・最勝 寺進・佐藤 秀人（2011）：鉄道沿線設備のレーザ位置計測装置の開発，地理情報システム学会研究発表大会講演論文集，Vol. 20，CD-ROM(F-4-4)。