映像による建築限界支障検知システムの開発

JR 東日本 東京工事事務所 正会員 ○今野 博史
正会員 桑原 清
(株)テクノバンガード 正会員 掛橋 孝夫

１．はじめに

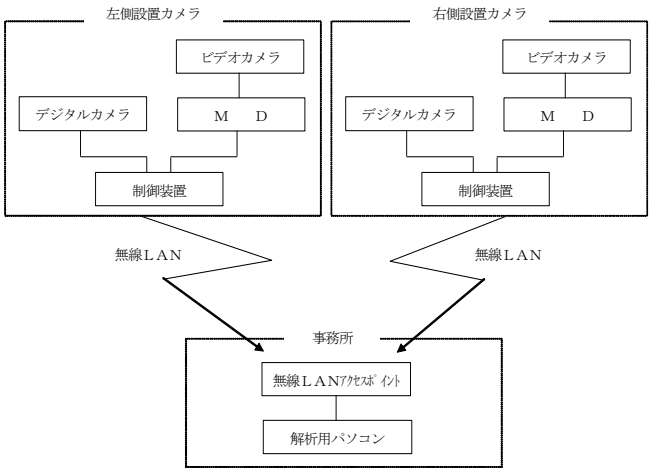
鉄道近接工事において、何らかの理由により資機材等が建築限界を支障した場合、運転阻害等の重要事故に至る危険性が大きいが、現状では建築限界支障の有無は人の目測に頼らざるを得ない場合が多く、正確な判断が難しいという問題がある。そこで現場内の電柱等に設置した２台のデジタルカメラの画像をパソコンに取込み、進入した物体の３次元解析を行うことで、建築限界内に進入する資機材等を検知するシステムの開発を行った。

２．システム構成

ハードウェアは，ライブ映像を捉えるビデオカメラ、進入物体を撮影する約６００万画素のデジタルカメラ、物体の動きを検知するモーションディテクター（MD)、撮影画像を転送する無線ＬＡＮ、ステレオ画像から進入物体の位置計測を行う解析用パソコンで構成されている（図－１)。ビデオカメラで撮影している映像内の物体の動きをモーションディテクターで検知し、検知信号を受け取った制御装置がデジタルカメラを操作して画像を撮影することで短時間に映像内へ進入した物体の３次元計測が可能となっている。

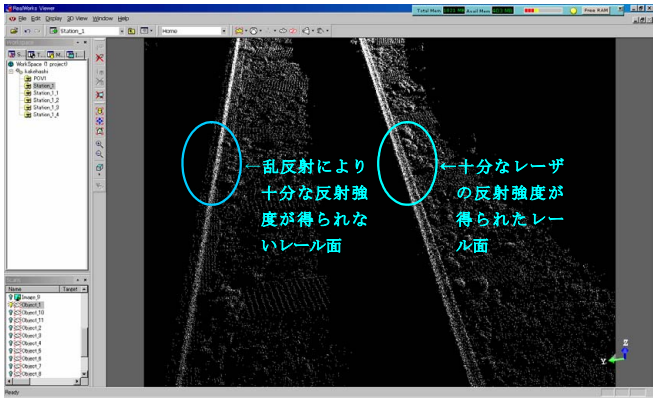
３．建築限界の設定

建築限界を設定するための軌道計測手段として３次元レーザスキャナーを使用した（写真―１)。３次元レーザスキャナーによるレール計測に関しては車輪との接触面が状態によりレーザの乱反射を引き起こし計測が困難な箇所（計測データが欠損）があることを確認した（図－２)。そこで乱反射するレール面に関しては図－３のようにレール面を左右から挟む方法で計測し、データを合成することでレールの外形形状を得た。３次元レーザスキャナーで計測したレール形状をもとに軌道の軌間と水準（カント）を求めて建築限界を算出し、本システムにモデル化してデータを取り込んだ（図－４)。



図－１　システム構成

写真―１　レール形状計測状況



図―２　乱反射による計測データの欠損

キーワード　映像，デジタル画像，建築限界，検知，計測
連絡先　〒151-8512　東京都渋谷区代々木 2-2-6　ＪＲ東日本 東京工事事務所　TEL 03-3379-4353

４．検知手順

本システムは以下の手順で検知動作を行う。

1)進入物体検知：ビデオカメラで撮影しているライブ映像をモーションディテクターに取込で進入物体を検知する。モーションディテクターの検知間隔は最短で 1/30 秒である。

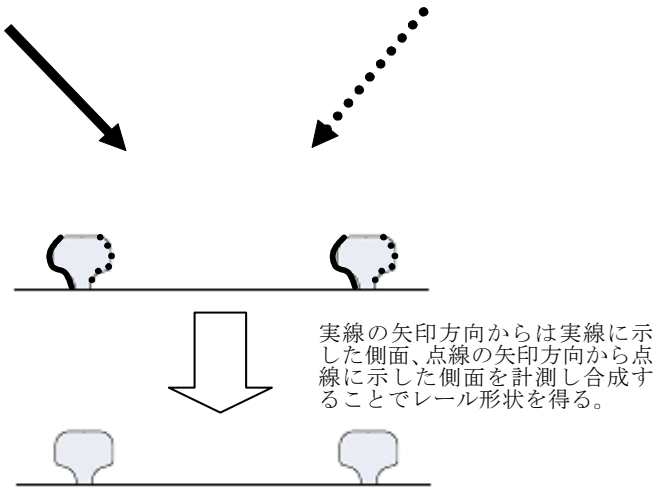
2)ステレオ画像取込：モーションディテクターの検知信号を受けて２台のデジタルカメラを同期させて現場を撮影する。

3)標定点取得：取込まれた画像に画像処理を行い現場に設置した標定点の画像上の位置を自動探索する。

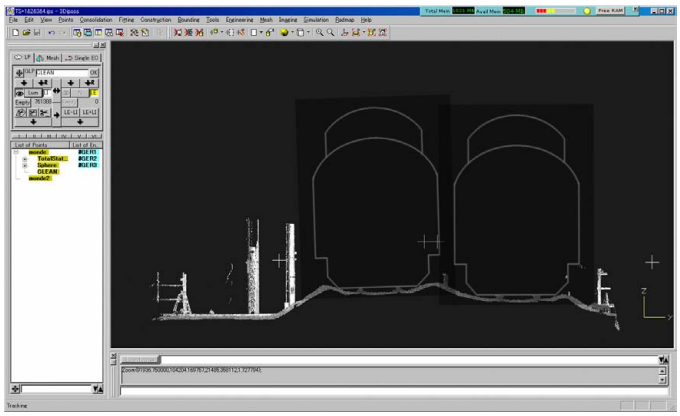
4) カメラ標定：標定点の画像座標より、カメラの撮影位置およびｘ、ｙ、ｚ軸に関するカメラの傾きを算出する。カメラに振動等の揺れが生じても計測データに影響が生じないよう撮影毎に標定を行う。

5) 進入物体位置解析：ステレオ写真解析を行い進入物体の３次元位置を計測する。進入物体の有無は進入物体がない状態の画像をもとに判断する。

6)支障検知：進入物体位置解析機能で得られた進入物体の３次元位置とモデル化された建築限界とを比較し、進入物体が建築限界内か否かを判定する。



図－３　レール形状計測方法



図－４　モデル化された建築限界

５．結果

本システムを実際の現場で連続運用した結果を下記に示す。

- 強い雨でなければモーションディテクターの検出およびデジタルカメラの３次元位置計測は雨による影響を受けることはなかった。
- 日中はモーションディテクターの検出およびデジタルカメラの３次元位置計測の動作に問題はなかったが、明け方または夕暮れ時の比較的短時間で照度が変化する時間帯において誤検出および検出動作しない場合があった。
- 検知した物体の計測精度を検証した結果、最大で１０cm 程度、平均して５cm 程度であった。
- 物体を検知して計測できる距離は１０ｍ～３０ｍの区間であった。

不特定な進入物体を短時間で検知することを目的にシステムを構築しているため、多少計測精度を犠牲にしているところがあり、高解像度のデジタルカメラによるステレオ３次元写真計測から見ると非常に粗い計測精度となった。しかしながら進入物体を瞬時に検知してその３次元位置座標を計測し、建築限界の内か外かを自動的に確認できることは非常に有効である。今回は比較的、位置座標が簡単に取れる直線区間での試験であったため、比較的良好な結果を得ることができたが、実用化に向けては奥行き方向の精度が必要なカーブ区間への対応が必要である。

６．おわりに

物体の動きを瞬時に検知するモーションディテクターと高解像度ステレオデジタルカメラ計測を組み合わせることでリアルタイムに不特定な進入物体を３次元計測することが可能なことを確認した。実用化にあたっては、気象条件、夜間、急なカーブ区間の計測などの解決すべき問題もあるが、本システムの開発により、鉄道近接工事おける安全の確保や作業効率など多くのメリットがあると期待できる。