

3D センサによる立入禁止エリア侵入検知システム

鉄建建設(株) 正会員 ○中村 征史 篠野 正樹
 日本電気通信システム(株) 青木 教之 布施 尚行
 上野 悟己
 澤井 伸介

1. はじめに

鉄道工事現場において発生する事故のうち、列車との接触は重大災害に直結する事象であり防止対策を徹底することが重要である。現状は線路防護網による立入禁止措置等で対策をしているが、ヒューマンエラーによる立入禁止エリアへの侵入リスクがある。都市部の複々線以上の線路が存在する箇所においては線別に線路閉鎖手続きを行い、隣接する線路では列車が運行している状況での施工もあり、そのリスクはさらに高いものとなる。

そこで、3D センサと「NEC 3次元物体検知ソフトウェア」(以下、ソフトウェアとする)を用いた立入禁止エリア侵入検知システムを考案した。

2. システム概要

本システムは3D センサにより採取した点群データをソフトウェアで解析し、人や物の立入禁止エリアへの侵入を識別した場合は即座にアラートを発報するものである。立入禁止エリアは複数設定することができ、立入禁止時間もそれぞれのエリアで個別に設定することができる。本システムにより、鉄道工事において段階的に線路閉鎖を実施する現場でも、時間帯ごとに変化する立入禁止エリアに対応した監視が可能である。

本システムでは図-1 に示すようにパソコンの点群データ解析画面上で立入禁止エリアを設定しそのエリアは黄色い枠で表示される。人や物の立入禁止エリアへの侵入を検知するとその点群データは緑枠または赤枠で囲まれ、3D センサからの離隔距離とともに表示される。

侵入検知は点群データの解析において対象物を立方体にモデル化し、その三辺の長さと同体積を閾値として設定している。その閾値を調整することで動物やごみのような小さいものを検知対象から除外することができ、誤検知を減らすことで検知精度を高め

ている。それと同様に線路内は列車が走行するため、列車を進入物として検知しないように一定の大きさと長さを超えるものは列車と判定し侵入検知しないように閾値を設定している。

本システムの実現性を確認するため、性能確認試験を2回実施した。

3. 性能確認試験概要

性能確認試験1は基本性能を確認するために図-2に示す列車が走行しない研修軌道において複線の軌道内を立入禁止エリアと設定し、地上から軌道を水平に見る場合とこの線橋の上から俯瞰して見る場合の2パターンでデータ採取と解析を実施した。その後、性能確認試験2として列車が走行する実際の軌道においても同様の2パターンでデータの採取と解析を実施した。

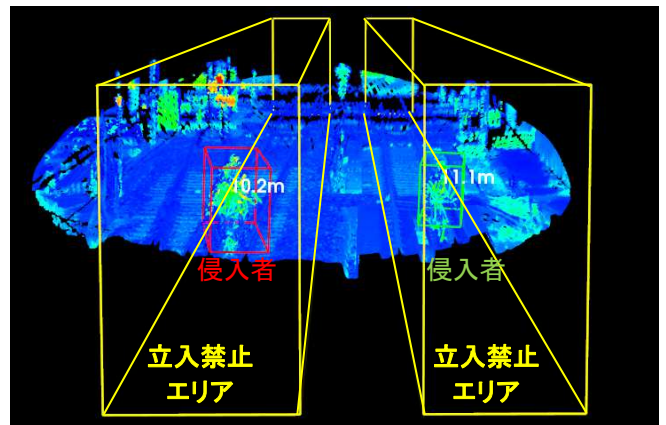


図-1 侵入検知システム解析画面

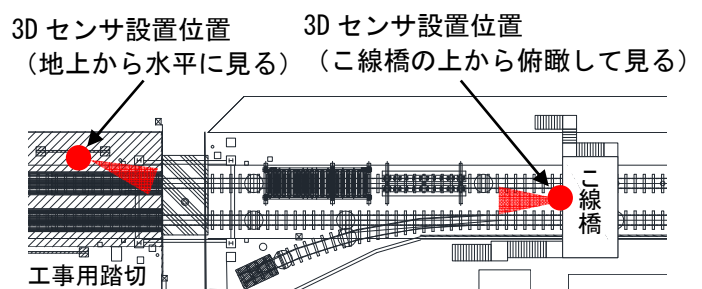


図-2 研修軌道平面図

キーワード 3D センサ, 点群データ, 立入禁止措置

連絡先 〒286-0825 千葉県成田市新泉9-1 鉄建建設(株) 建設技術総合センター TEL0476-36-2359

4. 試験結果

(1) 検知距離

検知距離の確認を行ったところ、試験場所の敷地端部である 123m まで検知できた。工事現場で必要な検知距離は 50m を想定しているため、検知能力は十分であると確認できた。

(2) 侵入判定

侵入判定は立入禁止エリアと立入可能エリアに人を配置して確認を行ったところ、立入禁止エリアの侵入者だけを検知して即座にアラートを発報することが確認できた。重機や長尺物（はしご等）でひとつの物が同時に複数の立入禁止エリアに侵入した場合でもそれぞれのエリアで侵入物を検知してアラートを発報することを確認した（図-3、図-4 参照）。

(3) 3D センサ設置位置の違いによる差異

3D センサを軌道に対して水平に設置した場合と俯瞰的に設置した場合の差異として、水平に設置した場合には誤検知は起きなかったが、俯瞰的に設置した場合に図-5 に示すように侵入者と架線が重なり大きなひとつの物体として捉え列車と判定し、検知対象から除外する事象があった。その対応としてソフトウェアのフィルタリング機能で一定高さより上空の物を解析対象から除外することで侵入者を列車と判定しなくなった。

(4) 列車の検知対象からの除外と列車による影響

実際の軌道での試験で図-6 に示すように列車を検知対象から除外できることを確認した。また、列車走行に起因する特異データの発生や点群データの乱反射、それによる虚像の発生等も見られなかった。

5. まとめ

今回の性能確認試験の結果より、システムの機能は実用化レベルに達していることが確認できた。今後の現場導入に向けて以下の点について確認と対策を実施する。

- ・ 機器類の長期耐久性と耐候性の確認
- ・ 風雨等による検知エラーの有無の確認
- ・ 現場周辺環境（建物や施設等）による虚像の発生等影響の有無の確認
- ・ 検知漏れや過検知が出た際の原因究明と対策
- ・ ソフトの品質向上及び製品化

以上を進めてシステム精度の向上を図り、現場導入を目指す。



図-3 重機の侵入状況

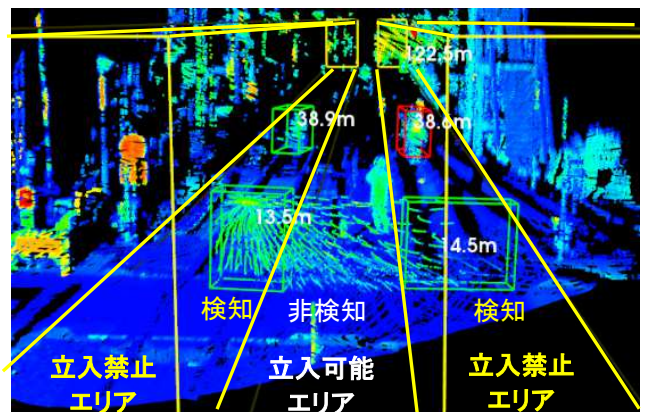


図-4 重機の侵入検知解析画面



図-5 こ線橋から俯瞰的に見た状況

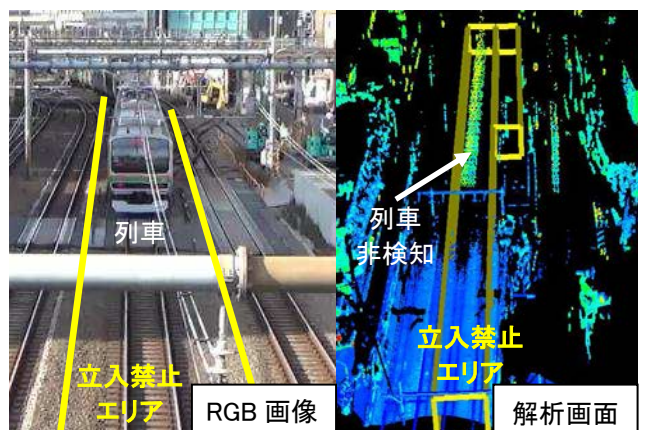


図-6 列車の検知対象からの除外