

⑩ 画像認識による信号システム安全性検証結果について

交通システム研究領域
理事

※竹内 俊裕 工藤 希
水間 毅

1. はじめに

近年、路面電車の車両位置を検知する方法として、軌道回路方式を導入する事例が出始めている。しかし、車両重量の軽いLRV車両などにおいては短絡不良が懸念されるため、安定した列車検知が継続的に行われているかの確認が重要である。

軌道回路方式による列車検知状況は近くの歩道上に設置された器具箱内のモニタ装置の前面に配置されたLEDの点灯状態で確認できる。このモニタ装置でも列車検知状況を記録しているが、その検知状況と対応する車両の位置及び型式を照合することは難しい。そのため、車両位置と検知条件を自動判別することができれば路面電車における軌道回路による列車検知の安全性、信頼性を確実に確認することができる。そのため、画像解析を利用して路面電車の進入から進出までの一連の動作をモニタするソフトウェアを製作し検証したので、その結果を報告する。

このことにより、路面電車における軌道回路方式の列車検知の評価が効率良く行われるようになり、列車検知の安全性向上に資することが期待される。

2. 映像記録の概要

2. 1. 装置構成

映像を記録する装置は、既存の映像型運転状況記録装置を流用して構築した。装置構成は、記録装置本体と、軌道回路上を通過する車両を撮影するためのカメラ、器具箱内の軌道回路モニタ装置の各種LEDを撮影する3台のカメラ（図1）で構成される。そして、それぞれの映像を1画面化し、それをビデオキャプチャ経由で記録装置に取り込む構成となっている。記録される映像は

30fpsでmpeg4形式のファイルが1分間1ファイルで連続的に記録される。

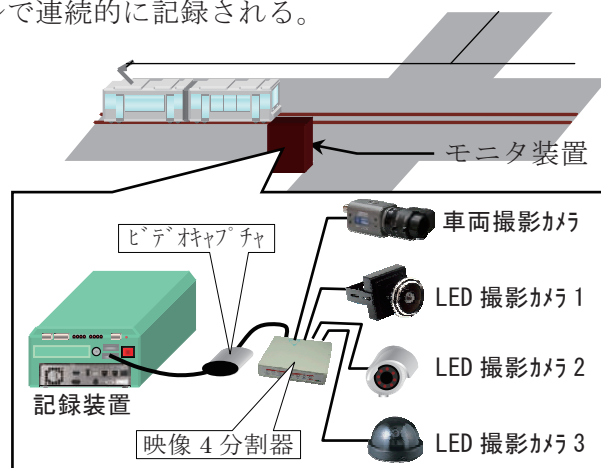


図1 装置構成

2. 2. 動画解析方法

本装置は軌道回路方式が導入されている線区のある地点のモニター装置内に設置した。そして4台のカメラのうち、列車の進入を示すLEDと進入から進出までの状況を示す7セグLEDの数値を解析することにより、列車が正常に通過しているかどうかを解析することとした。

解析は記録された映像（図2）から、解析対象となるLEDを抽出し、抽出した各ドットの色情報（RGB情報）を平均化し、その変化量から閾値を設定して点灯/消灯を判定（図3）することとした。また、数値は固定パターンで遷移するため、無効な数値は除外することとした。



図2 記録映像画面

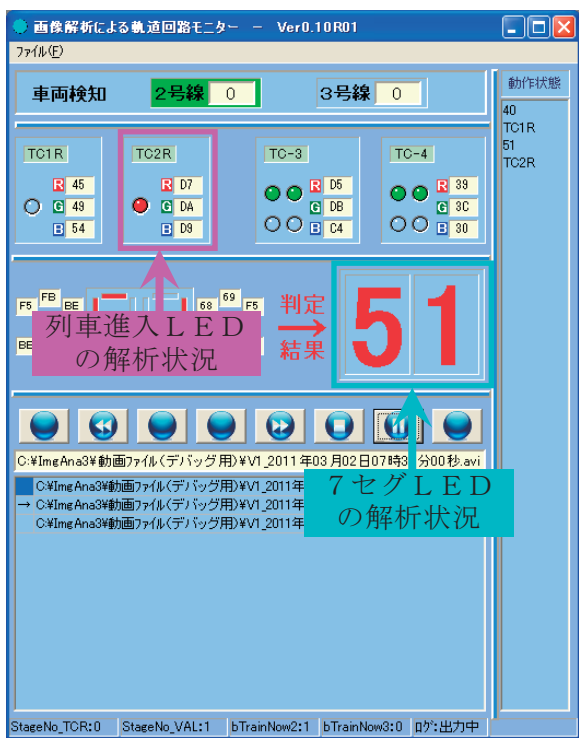


図3 画像解析ソフトウェア

検証は、図4に示すアルゴリズムで、6時間分の映像について行った。

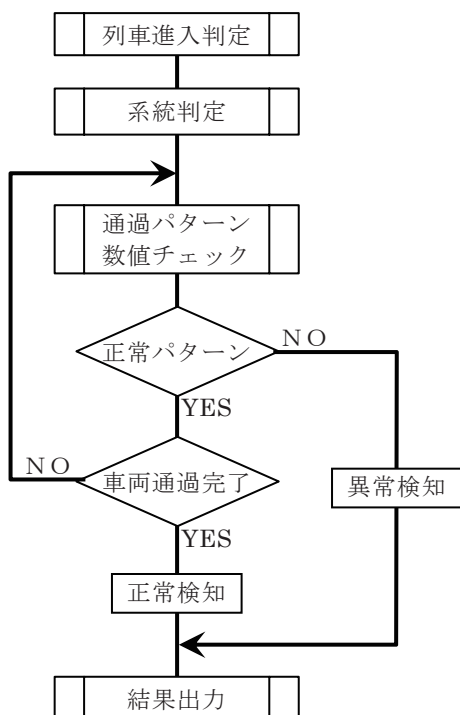


図4 車両解析フローチャート

その結果、表1に示すように列車進入LEDの点灯を認識した時から解析を開始し、列車が通過

するまでの数値遷移の認識について、ほとんどの車両について正常に検知できることが確認されたが、1本の車両についてエラーと検知されるケースが確認された(図5)。この原因は、画面全体の輝度が映像により差があり、セグメントLEDの平均値がしきい値を超過してしまい、車両の進入は検知できたものの数値遷移の認識においてエラーとなってしまっていたためであったが、これは判定論理の修正により解決できると考える。

表1 解析結果

| | 系統1 | 系統2 |
|---------------------|-----|-----|
| 実際の車両走行本数 | 58本 | 34本 |
| 正常と検知された 車両走行本数 | 58本 | 33本 |
| エラーと検知された 車両走行本数 | 0本 | 1本 |

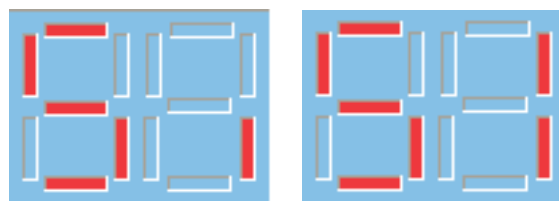


図5 エラー検知時の数値認識

4. おわりに

以上のように、軌道回路方式による路面電車の列車検知状況を動画解析により検証した結果について示したが、自動解析及び評価への適用可能性があることが確認された。このことにより、路面電車の軌道回路検知の安全性が簡易に評価できる方法が示された。

今後は、定量的な評価を継続して実施することで本手法の信頼性を向上させ、軌道回路上を通過する車両のモニタをリアルタイムに行うことで、短絡不良を認識した場合に、直ちに車両に対して警報を出力できるようなシステムの構築の実現を目指して路面電車の安全性向上に貢献していきたい。