

GPS と画像センサを利用した踏切遮断機開検知システムに関する検討

○ [電] 本山 信介 [電] 鈴木 貴明 [電] 中村 英夫 (日本大学)

[電] 工藤 希 [電] 水間 毅 (交通安全環境研究所)

Research on detection of automatic barrier machine
using GPS and image sensor

○Shinsuke Motoyama, Takaaki Suzuki, Hideo Nakamura, (Nihon University)

Nozomi Kudo, Takeshi Mizuma, (National Traffic Safety and Environment Laboratory)

A local railway has become very severe management by the problem with a high cost by the maintenance. Then, we pay attention to it, and to observe the ground equipment, we developed the preventive maintenance system for the railway with GPS and an image sensor. In this paper, we report them examined by developing the system which detects opening and closing of the automatic barrier machine.

キーワード : GPS, 画像センサ, 鉄道用予防保全システム,

Key Words : GPS, image sensor, preventive maintenance system for railway,

1. はじめに

現在, 地方の中小鉄道の多くは, 少子高齢化やモータリゼーションの進展, 設備のメンテナンスなどによるコストが高い, という課題により経営が厳しい状況にある. 特に車両, 施設の適切な修繕やメンテナンスについては鉄道事業者も経営の合理化等を進めているものの年々困難になっていることが問題となっている. そこで我々は, 設備のメンテナンスなどによるコストの高い点に着目し, 地上設備の監視を行うために GPS と画像センサを用いた鉄道用予防保全システムを開発することにした¹⁾. そして鉄道用予防保全システムの一部である, GPS と画像センサを用いた踏切遮断機開検知システムを開発した. 本稿では踏切の開く様子を検知する手法及びその結果について述べる.

2. 踏切遮断機開検知システム

2.1 システム概要

本システムは列車走行中に対象となる遮断機を視認できる位置から, その遮断機を通過した後に遮断機の開閉を判別することが目的である. そのため, 列車の位置情報取得から開閉判別の解析・判断までの処理をできるだけ迅速に行う必要がある. そこで, GPS による位置情報を活用し撮影画像のどのあたりに対象となる遮断機が映し出される

かを算出したのち, 特定された遮断機の開を画像処理によって検知することにした(図1参照)²⁾.

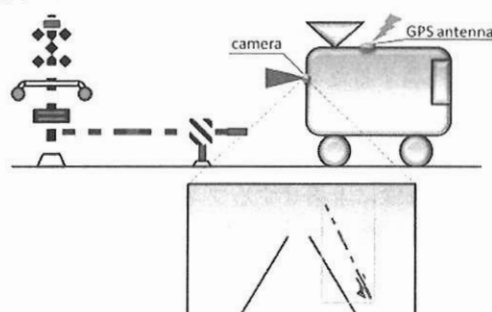


図1 システム概要

2.2 遮断機追跡手法概要

遮断機追跡手法の概要について説明する. 本手法は, 列車と目標物との角度を算出し, その位置を画像上に反映させることで位置の追跡を行っている(図2参照). X, Y, Z はそれぞれ経度, 緯度, 高度である. 列車の位置(X, Y, Z)から対象となる目標物の位置(x, y, z)までのベクトルで表す. また, 列車に設置してあるカメラの撮影方向は列車の進行方向と一致していることとする. 列車から見た目標物までの角度 $\text{absolute } \theta$, $\text{absolute } \phi$ の算出式を(1), (2)に示す.

この手法によって遮断機を捉えた画像を得ることができ, 遮断機が開く様子を見て取れる(図3参照).

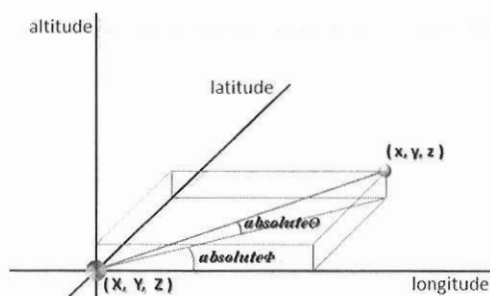


図 2 対目標物角度算出

$$\text{absolute}\phi = \cos^{-1}\left(\frac{x-X}{\sqrt{(x-X)^2 + (y-Y)^2}}\right) \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{absolute}\theta = \sin^{-1}\left(\frac{z-Z}{\sqrt{(x-X)^2 + (y-Y)^2 + (z-Z)^2}}\right) \dots\dots\dots (2)$$



図 3 遮断機を捉えた例

2.3 開検知手法概要

開検知手法について以下に示す。まず、2.2 で示された手法によって特定された遮断機の画像を矩形に切り取る。次に、矩形サイズをすべての画像の大きさを揃えるため、事前に設定した基準サイズに変更し画像処理を行う。画像処理ではグレースケール処理を行った後、ぼやけている画像の輪郭を強調するためアンシャープマスキングを用いた。アンシャープマスキングとは、元画像データの平滑化処理を行い元画像から平滑化データを差し引いた後、差し引いた分を元画像に上乗せするフィルタ処理である(図 4 参照)。次にエッジ検出の一つであるソーベル法を用いて輪郭抽出を行った後に、画像のモーメント値を用いて取得画像すべてを数値化する。このときそれぞれのモーメント値を比較したとき、遮断かんが上がるにつれて白い部分が増える。このことにより、モーメント値連続 3 回以上上昇した場合に遮断機が開いたと判断する。

<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	+	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-	<table border="1"> <tr><td>1/9</td><td>1/9</td><td>1/9</td></tr> <tr><td>1/9</td><td>1/9</td><td>1/9</td></tr> <tr><td>1/9</td><td>1/9</td><td>1/9</td></tr> </table>	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	=	<table border="1"> <tr><td>-1/9</td><td>-1/9</td><td>-1/9</td></tr> <tr><td>-1/9</td><td>10/9</td><td>-1/9</td></tr> <tr><td>-1/9</td><td>-1/9</td><td>-1/9</td></tr> </table>	-1/9	-1/9	-1/9	-1/9	10/9	-1/9	-1/9	-1/9	-1/9
0	0	0																																								
0	1	0																																								
0	0	0																																								
0	0	0																																								
0	1	0																																								
0	0	0																																								
1/9	1/9	1/9																																								
1/9	1/9	1/9																																								
1/9	1/9	1/9																																								
-1/9	-1/9	-1/9																																								
-1/9	10/9	-1/9																																								
-1/9	-1/9	-1/9																																								
元画像		元画像		平滑化画像																																						

図 4 アンシャープマスキング

3. 画像解析における遮断機の開検知検証

事前に取得してある遮断機の開く様子の連続画像を基に、実際に踏切遮断機が開く様子を検知することができるか検証を行った。今回使用した画像データは、山形鉄道フラワー長井線の長井-荒砥間にある第四成田遮断機の画像

である。

3.1 画像処理

2.3 にて示した手法により画像の特徴付けを行った結果、No.1~No.10 にかけて遮断かんが上がる様子を画像から見てとれる(図 5 参照)。

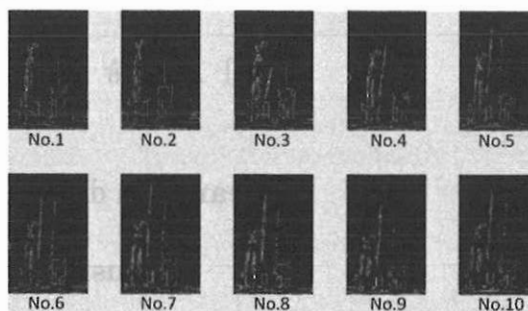


図 5 画像処理を行った遮断機の様子

3.2 開判定

開判定を行った結果を表 1 に示す。No.3~No.5 にかけてモーメント値が連続 3 回の上昇を読み取り、遮断機が開いたと判断した。

表 1 画像のモーメント値

No.	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
モーメント値	0.00216	0.00202	0.00264	0.00348	0.00394
No.	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10
モーメント値	0.00382	0.00401	0.00364	0.00306	0.00355

4. まとめと今後

鉄道用予防保全システムの一環として、遮断機の開検知について検討を行い一定の効果を確認した。しかし現在の手法では遮断かんの動きのみの変化量だけでなく、周辺の風景の変化の影響を大きく受けてしまっていると考えられる。そのため、より精度の高い手法を検討している。具体的には遮断かんの竿部分を直線と認識し、さらに画像上の直線すべての中から遮断かんのみを特定する方法である。遮断かんの特定については画像上のすべての直線の角度を監視し、角度に変化が起きた直線を遮断かんとみなす。そして遮断かんの傾きから遮断機が開いた様子を検知する。また複数の画像データを取得し、それを基に閾値の検討も行っていく。

最終的には遮断機の開く様子を長期モニタリングすることで、遮断機を構成するモータや関連するリレーの動きの変化をいち早く見つけ出し予防保全へとつなげていき、実用化に向けての検討を進めていく予定である。

参 考 文 献

- 1) 工藤 希他:「地方交通に適用可能な画像処理技術-画像センサによる予防保全検討例-」, 交通安全環境研究所フォーラム 2010 資料, pp.129-135, Nov.2010
- 2) 鈴木 貴明他:「画像センサと GPS を利用した鉄道の予防保全システムのための信号現示判別に関する研究」, 電気学会交通・電気鉄道研究会資料, TER-10-030, pp.5-8, July.2010