

Détection d'obstacles sur une voie ferrée.

En octobre 2019, un train TER Champagne-Ardenne circulant dans la campagne ardennaise heurte de plein fouet un convoi exceptionnel qui était coincé sur les voies. Outre l'incapacité du convoi à franchir le passage à niveau (PN), c'est aussi la situation géographique de ce dernier qui a permis à cet accident, fort heureusement sans victimes, de se produire : ce PN se situe à la fin d'une courbe serrée limitée à 130 km/h, ce qui ne permet de voir un obstacle que dans les quelques dernières centaines de mètres avant une collision, certaine à une telle vitesse. Pour qu'un accident mortel ne se produise pas, que ce soit dans les Ardennes ou autre part dans le monde, il est crucial d'être capable de détecter à l'avance de tels obstacles.

Professeur encadrant. M. SKLER

Positionnement thématique.

INFORMATIQUE – Informatique pratique.

MATHÉMATIQUES – Mathématiques appliquées.

Mots-clés.

Chemin de fer	Railway
Traitement de l'image	Image processing
Passage à niveau	Railway crossing
Vidéosurveillance	CCTV
Caméra embarquée	On-board camera

Bibliographie commentée.

Les passages à niveau sont certaines des infrastructures ferroviaires les plus dangereuses : uniques points de rencontre entre une voie de chemin de fer et une route où circulent des voitures, mais aussi des camions et autres véhicules lourds, la sécurité autour de ces lieux est capitale afin d'éviter tout accident qui pourrait entraîner de graves blessures, voire la mort, tout aussi bien dans le train impacteur que le véhicule impacté. Le cas des Ardennes [1] en est un exemple, mais sa situation géographique (dans les Ardennes...) minimise tout de même son impact : les PN urbains, par rapport à leurs frères ruraux, sont beaucoup plus fréquentés et donc les accidents y sont plus probables, et souvent plus graves. Un spectaculaire accident s'est ainsi produit en 2019 à Yokohama, au Japon [2] : un poids lourd est par mégarde resté coincé sur les voies de la ligne Keikyū (120 km/h) avant de se faire percuter de plein fouet par un train passant la station voisine de Kanagawa-shinmachi (donc, sous les yeux de nombreux passagers), tuant au passage le conducteur du poids lourd.

Certes, la signalisation des PN français est strictement réglementée et incite à la sécurité [3], mais ce n'est souvent pas suffisant pour décourager certains. Afin de remédier à ce problème, N. FAKHFAKH s'est déjà penché sur la question [4] : il examine plusieurs solutions qui ont chacune leurs avantages afin de détecter automatiquement un obstacle. En

constatant que les solutions simples faisant appel à un système émetteur-récepteur (ultrasons, LASER...) présentent toutes des inconvénients trop importants pour justifier leur implémentation, il choisit une solution développée en 1998 par G.L. FORESTI : une surveillance par caméra, plus spécifiquement l'extraction d'un objet mouvant à partir d'une série d'images puis la localisation de cet objet par rapport à d'autres repères fixes (rails, etc.).

FAKHFAKH n'ayant pas discuté de la position optimale des caméras, nous pouvons considérer que les placer au sommet d'un poteau installé à quelques dizaines de mètres du PN cible est une bonne approche, puisque la caméra a alors un bon champ de vision sans que les pylônes portant les caténaires la gênent (c'est vrai pour les lignes électrifiées).

Afin de mettre en place ce genre de système, il reste tout de même à calculer la position des rails sur l'image : M. KARAKOSE [5] propose une solution au départ conçue pour être embarquée à bord d'un train, mais qui peut très bien être utilisée pour une caméra stationnaire. Il s'agit là de transformer l'image via différents procédés, notamment en utilisant le filtre de CANNY afin de détecter les contours et la transformée de HOUGH afin de reconnaître les lignes droites, ici les rails.

Problématique retenue.

Peut-on détecter un obstacle sur une voie ferrée à l'aide de techniques de traitement de l'image ?

Objectifs du TIPE.

Dans un premier lieu, on travaillera avec des lignes comportant une voie unique, puisque c'est sur ces lignes que la plupart des accidents mortels se produisent.

- ※ Créer un programme qui permet de différencier la voie (intéressant) du reste du paysage (inintéressant) en traçant son contour.
- ※ Estimer si un obstacle est présent sur la voie.
- ※ Vérifier le bon fonctionnement du programme, d'abord avec des images simulées (dans un cas favorable : la végétation ne gêne pas la vue) puis avec des images tirées du monde réel (dans un cas défavorable mais plus réaliste : la végétation ou la météo risquent de perturber la détection).

Abstract.

Railroad crossing accidents are becoming more frequent these years. These are often triggered by a vehicle being stuck on the tracks. In urban areas, drivers can promptly react to such situations, but rural railway lines sometimes have numerous curves due to terrain rugosities or the location of communities. This causes some crossings to be placed right at the end of tight curves, meaning that drivers will not have time to react should any obstacle (or human) be stuck on the tracks. We propose a way of limiting these accidents, and thus allowing a certain error margin for the driver by using cameras to detect the presence of an obstacle on the tracks, using image processing methods.

Références bibliographiques.

[1]. SNCF, *Collision au PN70 à Bouzicourt (08) entre un convoi routier exceptionnel immobilisé et le train TER n°840808 le 16 octobre 2019*, 2019.

https://www.sncf.com/sites/default/files/press_release/Rapport-denquete-DAS-Collision-PN70-Boulzicourt.pdf

[2]. JTSB, 鉄道事故調査報告書 (Rapport d'investigation des accidents ferroviaires), 2021. Partie II.

<https://www.mlit.go.jp/jtsb/railway/rep-acci/RA2021-1-2.pdf>

[3]. EPSF, *Méthode d'analyse des risques relatifs aux passages à niveau*, 2020.

<https://securite-ferroviaire.fr/sites/default/files/users/reglementations/pdf/guide021-v1.pdf>

[4]. N. Fakhfakh, L. Khoudour, Em El-Koursi, J. Jacot, A. Dufaux. A video-based object detection system for improving safety at level crossings. Open transportation journal, supplement on "safety at Level Crossings", 2010, 15p. hal-00542416f

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00542416/document>

[5]. M. Karakose, O. Yaman, E. Akin. Detection of Rail Switch Passages Through Image Processing on Railway Line and Use of Condition-Monitoring Approach. International Conference on Advanced Technology & Sciences (ICAT'16), 2016.

https://acikerisim.firat.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/11508/9305/oyaman_ICAT_Metin.pdf?sequence=1&isAllowed=y

DOT.

※ *Septembre 2021* : début des recherches, identification d'un algorithme permettant de calculer l'emplacement des rails.

※ *Octobre 2021* : initiation au traitement de l'image avec Python (notions de cours seulement)