

Démonstration de la probabilité de détection sur un système de DAI

1. Mission du système

La mission principale du système de DAI (Détection Automatique d'Incidents) est de détecter l'arrêt prolongé d'un véhicule sur une chaussée. Il assure d'autres missions mais dans le cadre de cette présentation, nous nous limiterons à celle-ci.

2. Le système de DAI

Le besoin et le système en découlant, décrits ci-dessous sont extraits d'un projet réel, qui est actuellement en cours d'exploitation.

1. Le besoin

Soit un ouvrage autoroutier d'une longueur de 10 km environ, dans lequel on veut détecter très rapidement (en moins de 10 secondes pour fixer les idées) l'arrêt d'un véhicule sur la chaussée ou la bande d'arrêt d'urgence. En effet, l'arrêt d'un véhicule est un événement accidentogène, qui peut être le précurseur d'un événement plus grave, comme un incendie.

La gravité des conséquences potentielles de l'arrêt d'un véhicule est telle que l'exploitant de l'ouvrage exige que cet arrêt soit détecté avec une probabilité supérieure ou égale à 0,999, quelque soit l'endroit de l'ouvrage et le moment où se produit l'arrêt.

L'ouvrage est exploité 24 heures sur 24, et tous les jours de l'année (en théorie, car il y a des périodes de fermeture dont on ne tiendra pas compte ici).

2. Le système

Cet ouvrage est doté de caméras de vidéosurveillance sur tout son parcours. Les caméras sont distantes de 100 m environ (toujours pour fixer les idées). Le champ de chaque caméra couvre toute la chaussée. L'implantation des caméras a été conçue de telle sorte qu'il n'y ait aucun « trou » de couverture vidéo, c'est-à-dire qu'il n'existe aucune portion de la chaussée sur laquelle un véhicule pourrait s'arrêter sans être vu.

La détection de l'arrêt d'un véhicule est réalisée en procédant à l'analyse du flux d'images capturées par chacune des caméras vidéo. L'algorithme d'analyse est basé sur la détection et le suivi (tracking) des objets mobiles dans le flux d'images. L'arrêt est détecté lorsque la vitesse d'un mobile par rapport au sol est nulle (ou plus exactement inférieure à une vitesse seuil très basse).

Lorsqu'un arrêt est détecté par une caméra, une alarme est transmise à un système informatique qui enregistre la date, l'heure et le lieu de l'arrêt et avertit un opérateur.

La détection de l'arrêt d'un véhicule dépend de nombreux paramètres qui peuvent perturber l'algorithme de calcul : la luminosité et ses variations, la densité de flux de véhicules (phénomènes de masquage), la géométrie du champ (il est plus difficile de détecter en fond de champ), pour les principaux.

3. Problématique

Les ingénieurs de l'équipe projet DAI ont conçu et construit un système informatique et des algorithmes dont ils prétendent qu'ils remplissent le besoin.

De très longs essais ont été effectués pour vérifier qu'en tout lieu du tunnel, un véhicule arrêté est bien détecté.

La problématique est la suivante : **comment démontrer à l'exploitant que son exigence est bien remplie : la probabilité de détection d'un incident est supérieure ou égale à 0,999 ?**

Calculer la probabilité de détection nécessite de connaître le nombre d'évènements d'arrêts réels et le nombre d'arrêts détectés. La problématique se décline donc en :

- Comment mesurer le nombre d'arrêts réels de véhicules, sachant que le nombre d'arrêts détectés est connu ?
- Au bout de combien d'évènements d'arrêts réels pourra-t-on affirmer à l'exploitant, en le démontrant, que le système est conforme à son exigence ?
- Quel est l'impact éventuel de la disponibilité du système sur la conformité à l'exigence ?

Enfin deux remarques :

- en exploitation, l'arrêt d'un véhicule est relativement rare (quelque évènements par jour)
- l'algorithme produit des fausses alarmes (il signale un arrêt qui n'existe pas), dans le même ordre de grandeur que le nombre d'évènements vrais.

Le trafic journalier sur l'ouvrage est d'environ 20 000 véhicules, pour fixer les idées.

Et pour finir, rappelons que toute utilisation d'un théorème de probabilité ou de statistique doit d'abord faire l'objet d'une analyse approfondie de ses conditions de validité.