

Système de vidéosurveillance embarqué à bord d'un véhicule ferroviaire

La présente invention concerne un système de vidéosurveillance embarqué à bord d'un véhicule ferroviaire, et un procédé de vidéosurveillance associé.

L'invention se situe dans le domaine général de la vidéosurveillance automatisée, sur la base de flux vidéo issus de caméras de vidéosurveillance, et en particulier à l'application de la vidéosurveillance dans le domaine ferroviaire.

Dans ce domaine se posent des contraintes spécifiques, liées notamment aux normes ferroviaires, aux vibrations causées par le roulement d'un véhicule (train ou métro par exemple), à la place disponible, et à la limitation en consommation électrique.

Les algorithmes de traitement et d'analyse de flux vidéo sont de plus en plus complexes et consommateurs de puissance calculatoire et d'énergie, pour permettre une analyse et une détection de situations à bord d'un véhicule, par exemple la détection de comportements anormaux ou agressifs, de chutes de passagers, ou de surcharge dans l'occupation d'un véhicule ferroviaire. De tels algorithmes connus sont actuellement mis en œuvre sur des calculateurs situés dans un centre de traitement au sol, qui ont des capacités calculatoires suffisantes, sur des flux vidéo transmis à partir de caméras de vidéosurveillance embarquées à bord d'un véhicule ferroviaire. Le traitement dans un centre de calcul au sol est limité par les capacités de bande passante d'un réseau de communication permettant d'acheminer les flux vidéo vers les calculateurs, ce qui induit un retard temporel et par conséquent, il est difficile d'obtenir des résultats d'analyse de situation en temps réel, ce qui peut être critique, notamment si une situation détectée présente un risque pour la sécurité des passagers.

Il existe également des caméras de vidéosurveillance, ou caméra CCTV (de l'anglais « closed-circuit television »), intégrant des processeurs de calcul et adaptées à mettre en œuvre des traitements d'analyse d'images. Cependant, chaque caméra est uniquement à même de traiter les images des flux vidéo qu'elle acquiert, et donc il n'est pas possible dans ce cas d'effectuer une analyse de situation en corrélant des informations issues de plusieurs caméras. De plus, les caméras compatibles avec les normes ferroviaires ont une puissance de calcul limitée, et par conséquent ne peuvent implémenter que des traitements simples, par exemple des algorithmes de détection de mouvement dans des images successives d'un flux vidéo. Un tel traitement est insuffisant pour une analyse de situation de personnes et objets présents dans une partie de véhicule ferroviaire, et par conséquent pour détecter d'éventuelles situations à risques.

L'invention a pour objet de remédier aux inconvénients de l'état de la technique.

A cet effet, l'invention propose un système de vidéosurveillance embarqué à bord d'un véhicule ferroviaire, comportant une pluralité de caméras de vidéosurveillance

embarquées à bord du véhicule ferroviaire, chaque caméra ayant une position spatiale et un champ de prise de vue associé, chaque caméra étant adaptée à capter un flux vidéo composé d'une succession d'images numériques. Ce système comporte en outre un dispositif électronique de calcul embarqué comportant au moins un dispositif d'accélération de calculs. Chaque caméra est connectée au dispositif électronique de calcul embarqué et est adaptée à transmettre des flux vidéo captés audit dispositif électronique de calcul, le dispositif électronique de calcul étant adapté à obtenir un découpage de la pluralité de caméras de vidéosurveillance en une suite de groupes de caméras à traiter successivement dans le temps, selon une répétition circulaire, et pour chaque groupe de caméras traité successivement :

- obtenir des flux vidéo issus dudit groupe de caméras, chaque flux vidéo contenant au moins une image numérique,
- appliquer une analyse d'images numériques pour calculer des valeurs de descripteurs caractéristiques d'objets présents dans la ou chaque image de chaque flux vidéo issu d'une caméra dudit groupe de caméras,
- appliquer au moins un algorithme d'analyse de situation utilisant les valeurs de descripteurs calculées pour au moins une image de chaque flux vidéo dudit groupe de caméras traité pour obtenir un résultat d'analyse de situation dans le champ de prise de vue des caméras dudit groupe de caméras.

Avantageusement, le système de l'invention permet d'effectuer une analyse automatique de flux vidéo captés par groupes de caméras, les groupes de caméras étant traités successivement, avec une répétition circulaire, par un même dispositif électronique de calcul embarqué comportant un accélérateur de calculs. Ainsi, les contraintes ferroviaires sont respectées, et la répétition du traitement des flux vidéo par groupes de caméras permet une vidéosurveillance automatisée et quasiment en temps réel pour la totalité du véhicule ferroviaire.

Le système de vidéosurveillance selon l'invention peut également présenter une ou plusieurs des caractéristiques ci-dessous, prises indépendamment ou selon toutes les combinaisons techniquement envisageables.

L'analyse d'images numériques met en œuvre, dans chaque image numérique d'un flux vidéo, une détection de personnes et/ou une extraction de squelette associé à une personne présente dans le véhicule.

Les valeurs de descripteurs caractéristiques comprennent des positions spatiales, dans un référentiel associé à l'image numérique, d'articulations associées à une personne présente dans la scène.

Le système est embarqué à bord d'un véhicule ferroviaire comportant une pluralité de voitures, chaque groupe de caméra étant formé de caméras installées à bord d'une voiture du véhicule.

5 Le système est adapté à mettre en œuvre plusieurs algorithmes d'analyse de situation différents en fonction d'un état de véhicule ferroviaire.

L'algorithme d'analyse de situation met en œuvre une détection d'évènement anormal, et en cas de détection positive pour un groupe de caméras courant, le système est adapté à continuer à traiter des images de flux vidéos du groupe de caméras courant.

10 Le système est adapté en outre à effectuer une levée d'alerte après l'application d'analyse de situation.

Le système comprend un module de cadencement adapté à sélectionner un groupe de caméras de vidéosurveillance suivant à traiter, en fonction d'un résultat d'analyse de situation.

15 Selon un autre aspect, l'invention concerne un procédé de vidéo surveillance mis en œuvre par un système de vidéosurveillance tel que brièvement décrit ci-dessus. Ce procédé comporte des étapes consistant à :

20 -obtenir un découpage de la pluralité de caméras de vidéosurveillance en une suite de groupes de caméras à traiter successivement dans le temps, selon une répétition circulaire, et pour chaque groupe de caméras traité successivement :

-a) obtenir des flux vidéo issus dudit groupe de caméras, chaque flux vidéo contenant au moins une image numérique,

25 -b) appliquer une analyse d'images numériques pour calculer des valeurs de descripteurs caractéristiques d'objets présents dans la ou chaque image de chaque flux vidéo issu d'une caméra dudit groupe de caméras,

-c) appliquer au moins un algorithme d'analyse de situation utilisant les valeurs de descripteurs calculées pour au moins une image de chaque flux vidéo dudit groupe de caméras traité pour obtenir un résultat d'analyse de situation dans le champ de prise de vue des caméras dudit groupe de caméras.

30 Le procédé apporte les mêmes avantages que le système de vidéosurveillance brièvement décrit ci-dessus.

Dans un mode de réalisation, le procédé comporte une étape de sélection d'un groupe de caméras suivant à traiter.

35 Dans un mode de réalisation, l'algorithme d'analyse de situation met en œuvre une détection d'évènement anormal, et en cas de détection positive d'évènement

4

anormal pour un groupe de caméras courant, le procédé réitère les étapes a), b) et c) pour le groupe de caméras courant.

Dans un mode de réalisation, une alerte est en outre levée en cas de détection positive d'évènement anormal.

5 Selon un autre aspect, l'invention concerne également un programme d'ordinateur comportant des instructions logicielles qui, lorsqu'elles sont exécutées par un dispositif électronique programmable, mettent en œuvre un procédé de vidéosurveillance tel que brièvement décrit ci-dessus.

10 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui en est donnée ci-dessous, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux figures annexées, parmi lesquelles :

- la figure 1 est une représentation schématique d'un système de vidéosurveillance embarqué selon un mode de réalisation de l'invention ;
- 15 - la figure 2 est une illustration schématique d'un premier mode de réalisation d'une répétition circulaire des traitements par groupes de caméras ;
- la figure 3 est une illustration schématique d'un deuxième mode de réalisation d'une répétition circulaire des traitements par groupes de caméras ;
- la figure 4 est un synoptique des principales étapes d'un procédé de
- 20 vidéosurveillance automatique selon un mode de réalisation.

L'invention sera décrite ci-après dans son application dans un système de vidéosurveillance ferroviaire, embarqué à bord d'un véhicule ferroviaire, par exemple un train ou un métro.

25 La figure 1 illustre schématiquement des blocs fonctionnels d'un système de vidéosurveillance 1 dans un mode de réalisation, le système de vidéosurveillance étant embarqué dans un véhicule ferroviaire 2, par exemple un train.

Le système de vidéosurveillance 1 comprend une pluralité de caméras embarquées $4_1, \dots, 4_i, \dots, 4_N$, le nombre N étant un nombre entier choisi en fonction de

30 diverses contraintes, par exemple le nombre N étant le nombre de voitures faisant partie du véhicule ferroviaire 2.

Par exemple, dans un mode de réalisation, le véhicule 2 comporte 3 voitures, et 2 caméras de vidéosurveillance sont positionnées spatialement dans chaque voiture, par exemple intégrées au plafond ou aux parois latérales de la voiture et adaptées à capter

35 des images avec un champ de prise de vue associé, le champ de prise de vue étant orienté vers l'intérieur de la voiture. De préférence, le système comporte 2 à 8 caméras

par voiture d'un véhicule ferroviaire, leur position spatiale étant choisie de manière à ce que leurs champs de prise de vue réunis couvrent l'espace intérieur de la voiture ferroviaire.

Par exemple, dans un mode de réalisation, chaque caméra est adaptée à acquérir
5 des vidéo de résolution 1080x720 pixels.

Dans le système de vidéosurveillance 1, les caméras sont regroupées en groupes de caméras notés G_1 à G_L , formant une suite de groupes de caméras. Par exemple, $L=3$ groupes de caméras sont distingués dans l'exemple de la figure 1. L'ordre des groupes de caméras dans cette suite de groupes de caméras est choisi, par exemple selon un ordre
10 des voitures ferroviaires.

Le système de vidéosurveillance 1 comporte également un dispositif électronique programmable 10 adapté à effectuer des calculs, embarqué à bord du véhicule 2, appelé simplement dispositif de calcul 10 ci-après.

Chaque caméra de vidéosurveillance 4_i comporte un module de communication, adapté à mettre en œuvre un protocole de communication donné, par exemple le
15 protocole IP (Internet Protocol), connecté par une liaison de communication 8_i au dispositif de calcul 10, par exemple une liaison filaire.

Le dispositif de calcul 10 comporte également des modules de communication 9₁, ..., 9_i, ..., 9_N permettant de réaliser une connexion de communication avec chaque caméra
20 4_i embarquée.

Ainsi, le dispositif 10 est capable d'acquérir des flux vidéo captés par chacune de caméras de vidéosurveillance embarquées, sensiblement en temps réel.

Dans un mode de réalisation, chaque flux vidéo composé d'une succession d'images numériques est codé dans un format compressé, de manière à réduire la
25 quantité de données binaires à transmettre au dispositif de calcul 10. Par exemple, le format de compression H264 est utilisé. Le dispositif de calcul 10 est adapté à décoder des flux vidéo en format H264.

Le dispositif de calcul 10 comporte un ou plusieurs processeurs 12 de calcul CPU (« central processing unit »), ayant une fréquence d'opération d'au moins 1,4 GHz. Il
30 comporte également au moins un dispositif d'accélération de calculs 14, adapté matériellement pour effectuer des calculs de traitement d'image, par exemple des convolutions, de manière optimisée. Le dispositif d'accélération de calculs 14 est par exemple un processeur GPU (« Graphics Processing Unit »), TPU (« tensor procesing unit »), DSP (« digital signal processor ») ou FPGA (« Field Programmable Gate Array »).

De préférence, le dispositif 14 d'accélération de calculs est capable d'effectuer au moins un trillion d'opérations en virgule flottante par seconde, tout en consommant moins de 15W.

5 Le dispositif de calcul 10 comporte également une mémoire 16 apte à stocker des données numériques, notamment des instructions logicielles de programme d'ordinateur, des fichiers de configuration et des valeurs de paramètres utilisées par un logiciel mettant en œuvre un procédé de vidéosurveillance tel que décrit lorsqu'il est exécuté par les processeurs 12 et le ou les dispositifs d'accélération de calculs 14.

10 Le procédé de vidéosurveillance de l'invention est mis en œuvre, dans un mode de réalisation, par des modules 20, 22, 24, 26 d'instructions logicielles.

Le module 20 d'obtention de flux vidéo permet d'obtenir, sur un intervalle temporel, des flux vidéo, de préférence synchronisés temporellement, issus de l'ensemble des caméras de vidéosurveillance d'un même groupe de caméras de vidéosurveillance. Chaque flux vidéo comporte au moins une image numérique acquise à instant temporel.

15 Le module 22 d'analyse d'images met en œuvre un ou plusieurs algorithmes de traitement d'images, permettant de calculer des valeurs caractéristiques d'objets présents dans chaque image. Le terme objets est à entendre ici au sens large, et englobe les objets inanimés, les personnes, les animaux. Par exemple, il s'agit d'un algorithme de détection de personnes, et un algorithme de détection de squelette, comme décrit plus en
20 détail ci-après.

Le module 24 d'analyse de situation met en œuvre un ou plusieurs algorithmes d'analyse de situation en fonction des valeurs caractéristiques d'objets calculées, sur plusieurs images de l'ensemble des flux vidéo issus des caméras de vidéosurveillance du groupe traité.

25 Le module de cadencement 26 permet la sélection d'un groupe de caméras de vidéosurveillance suivant, permettant de sélectionner successivement tous les groupes de caméras, et d'effectuer une répétition circulaire, c'est-à-dire de sélectionner à nouveau le premier groupe de caméras de la suite des groupes de caméras après traitement du dernier groupe de caméras de cette suite. En d'autres termes, les flux vidéo fournis par
30 les caméras de vidéosurveillance sont traités par groupes de flux vidéo, selon un traitement en carrousel.

La cadence de rotation entre groupes de caméras successifs fournissant des flux vidéo à traiter est choisie, et varie par exemple en fonction de l'analyse de situation à effectuer par le module 24.

35 Par exemple, pour une estimation de densité de passagers, l'analyse d'une seule image d'un flux vidéo par caméra est suffisante, alors que pour une détection

d'évènement, par exemple d'agression, il est nécessaire de traiter un nombre d'images, par exemple égal à 48, de chaque flux vidéo d'un groupe de caméras avant de passer au groupe de caméras suivant.

La figure 2 illustre schématiquement un premier mode de réalisation du traitement de deux groupes de caméras G_1 et G_2 , chacun comportant deux caméras distinctes et fournissant deux flux vidéo, par des diagrammes temporels 32, 34, 36, 38 représentés en parallèle. La figure 2 illustre schématiquement le séquençement temporel des traitements des flux vidéo respectifs par le processeur 12 et le dispositif d'accélération de calculs 14 du dispositif de calcul 10.

Ainsi, à l'instant noté t_0 , une première image $I_{1,1}$ du premier flux vidéo V_{11} du premier groupe de caméras G_1 est acquise, ainsi qu'une première image $I_{1,2}$ du deuxième flux vidéo V_{21} du premier groupe de caméras G_1 . Ensuite, à un instant temporel t_1 , une analyse de l'image $I_{1,1}$ est effectuée, et à l'instant temporel t_2 , une analyse de l'image $I_{1,2}$ est effectuée. Par exemple, le traitement d'analyse est une détection de squelette.

A un instant temporel t_3 ultérieur, une fusion des résultats des analyses précédentes est effectuée pour obtenir des valeurs de descripteurs caractéristiques des objets présents dans la scène captée par les deux caméras du groupe G_1 , ces valeurs de descripteurs caractéristiques étant mémorisées.

Ensuite, le procédé traite les flux vidéo du deuxième groupe de caméras G_2 .

Ainsi, à l'instant noté t_4 , une première image $J_{1,1}$ du premier flux vidéo V_{12} du deuxième groupe de caméras G_2 est acquise, ainsi qu'une première image $J_{1,2}$ du deuxième flux vidéo V_{22} du deuxième groupe de caméras G_2 . Ensuite, à un instant temporel t_5 , une analyse de l'image $J_{1,1}$ est effectuée, et à l'instant temporel t_6 , une analyse de l'image $J_{1,2}$ est effectuée. Par exemple, le traitement d'analyse est une détection de squelette.

A un instant temporel t_7 ultérieur, une fusion des résultats des analyses précédentes est effectuée pour obtenir des valeurs de descripteurs caractéristiques des objets présents dans la scène captée par les deux caméras du deuxième groupe de caméras G_2 , ces valeurs de descripteurs caractéristiques étant mémorisées.

Ensuite, le procédé traite à nouveau le premier groupe de caméras G_1 , à partir d'un instant temporel t_8 d'obtention de deuxièmes images des premier et deuxième flux vidéo du premier groupe de caméras G_1 , et ainsi de suite.

Dans cet exemple, une seule image est acquise et analysée par groupe de caméras avant de passer au groupe suivant.

Après avoir effectué M séquences de traitement pour un même groupe de caméras, M étant égal à 4 dans cet exemple, une analyse de situation est effectuée à un

instant t_a . Par exemple, il s'agit d'une intégration des résultats mémorisés précédemment, pour effectuer un comptage de personnes présentes dans le champ de vision conjoint d'un groupe de caméras. Dans un cas pratique, il s'agit du comptage d'un nombre de personnes par voiture ferroviaire.

5 La figure 3 illustre schématiquement un deuxième mode de réalisation du traitement de deux groupes de caméras G_1 et G_2 , chacun comportant deux caméras distinctes et fournissant deux flux vidéo, par des diagrammes temporels 42, 44, 46, 48 représentés en parallèle. La figure 2 illustre schématiquement le séquençage temporel des traitements des flux vidéo respectifs par le processeur 12 et le dispositif
10 d'accélération de calculs 14 du dispositif de calcul 10.

A la différence du mode de réalisation illustré à la figure 2, dans ce deuxième mode de réalisation, une série de 5 images des premier et deuxième flux vidéo du premier groupe de caméras G_1 sont acquises et traitées avant le traitement des premier et deuxième flux vidéo du deuxième groupe de caméras G_2 . Par exemple, dans ce
15 deuxième mode de réalisation, le traitement de chaque image extraite d'un flux vidéo consiste à effectuer une détection de squelette, et le traitement conjoint des valeurs de descripteurs consiste à détecter un événement anormal concernant des personnes, par exemple une chute ou une agression.

La figure 3 illustre le traitement du premier groupe de caméras jusqu'à la mise en
20 œuvre de l'analyse de situation à l'instant t'_a , permettant de détecter un comportement anormal.

Dans ce deuxième mode de réalisation, pour la mise en œuvre de cette analyse de situation, l'acquisition d'images des premier et deuxième flux vidéo du premier groupe de caméras est poursuivie en parallèle de la mise en œuvre de l'analyse de situation. En
25 cas de détection d'un événement anormal, il est prévu de continuer les analyses d'images et l'analyse de situation, et de lever des alarmes suite à une détection positive de survenue d'un événement anormal. Dans ce cas, le cadencement de traitement des flux vidéos issus des groupes de caméras de la suite de groupes de caméras est modifié dynamiquement pour prendre en compte une situation anormale détectée.

30 Par exemple, dans un mode de réalisation, le traitement des flux vidéos du premier groupe est poursuivi jusqu'à une détection négative d'événement anormal, puis le groupe de caméra suivant est ensuite traité.

Dans l'exemple illustré à la figure 3, il n'y a pas de détection d'événement anormal, et donc l'acquisition et le traitement des images des premier et deuxième flux vidéo du
35 deuxième groupe de caméras G_2 est effectuée à partir de l'instant temporel t'_a de fin de traitement du premier groupe de caméras G_1 .

Il est à noter que dans un mode de réalisation l'acquisition d'images est effectué en parallèle de l'analyse de situation l'analyse de situation n'occupant pas toutes les ressources calculatoires du dispositif de calcul 10.

La figure 4 est un synoptique des principales étapes d'un procédé de vidéosurveillance selon un mode de réalisation, mis en œuvre par un dispositif de calcul 10.

Le procédé comprend une première étape 50 d'obtention d'un découpage en une suite de groupes de caméras $\{G_1...G_L\}$ à traiter, parmi l'ensemble des N caméras connectées au dispositif de calcul 10. Par exemple, le découpage est obtenu à partir d'un fichier de configuration. En variante, le découpage est effectué par calcul, en fonction de la position spatiale de chaque caméra par rapport à un référentiel associé au véhicule ferroviaire.

De préférence, les caméras d'un groupe de caméras donné ont des champs de prise de vue conjoints, donc présentent une intersection.

Chaque groupe de caméras fournit un flux de vidéos, synchronisé ou quasi synchronisé, acquis sur un intervalle temporel donné, à traiter avant de passer au traitement du flux vidéo fourni par le groupe de caméras suivant.

Dans le mode de réalisation plus particulièrement décrit ci-dessus on considère que les flux vidéo acquis par un groupe de caméra sont synchronisés, c'est-à-dire que les images des flux vidéo respectifs de chaque caméra du groupe de caméras sont acquises à des instants temporels prédéterminés.

Le procédé comporte une sélection 52 d'un groupe de caméras à traiter, dit groupe de caméras courant, puis une acquisition 54 de flux vidéo synchronisés du groupe de caméras courant.

Une analyse d'images numériques 56 est effectuée sur les images acquises.

Dans un mode de réalisation, les étapes d'acquisition 54 et d'analyse 56 se succèdent sur une pluralité d'images synchronisées extraites des flux vidéo issus des caméras du groupe de caméra courant, comme illustré à la figure 3.

Dans un mode de réalisation, l'étape d'analyse 56 met en œuvre un algorithme d'extraction de squelette. Une détection de points saillants d'image correspondant à des articulations est effectuée, chaque point correspondant à une articulation ayant une position spatiale associée, exprimée par des coordonnées (x,y) dans le référentiel de l'image numérique. Les articulations détectées ont chacune un type d'articulation associé, par exemple : les yeux, les oreilles, le cou, les épaules, les coudes, les poignets, les hanches, les genoux et les chevilles. Etant donné le type d'articulation détecté, les articulations sont liées pour former un squelette, représentatif d'une personne.

Par exemple, l'algorithme proposé dans l'article « Realtime multi-person 2d pose estimation using part affinity fields » de Cao et al, Conference on Computer Vision and Pattern Recognition 2017, est utilisé.

5 Bien entendu, toute autre méthode permettant de former un squelette représentatif d'une personne à partir de points associés aux articulations connues de l'homme du métier est utilisable.

Les positions spatiales des articulations et leurs liens forment des descripteurs caractéristiques d'objets présents dans l'image numérique analysée.

Les valeurs de descripteurs sont mémorisées pour chaque image analysée.

10 Ensuite est effectuée une étape 58 d'analyse de situation utilisant une fusion des valeurs de descripteurs calculées et mémorisées.

Par exemple, à l'étape 58 est mis en œuvre un algorithme de détection d'évènement (i.e. de chute ou d'agression) en fonction des trajectoires des articulations des différentes personnes sur une pluralité d'images.

15 Selon une variante, à l'étape 58 est mis en œuvre un algorithme d'estimation de taux d'occupation (également appelé densité de passagers) de la voiture du véhicule ferroviaire observée par le groupe de caméras courant, qui peut être effectué sur une seule image numérique d'un flux vidéo.

20 Selon une autre variante, à l'étape 58 est mis en œuvre un algorithme de détection d'intrusion ou de détection de présence.

De préférence, la sélection de l'algorithme mis en œuvre à l'étape 58 est effectuée en fonction d'un état du train, par exemple : en service, en fin de service, au dépôt.

Par exemple, un fichier de configuration est associé à chaque état du train, et mémorisé dans la mémoire 16 du dispositif de calcul 10.

25 En effet, il est utile de mettre en œuvre une estimation de taux d'occupation ou une détection d'évènement lorsque le train est en service, une détection de présence de personnes en fin de service lorsque le train se rend au dépôt et une détection de présence ou d'intrusion lorsque le train est au dépôt.

30 Pour certaines analyses de situation, par exemple en cas de détection d'évènement à l'étape 58, les étapes 54 à 58 sont répétées pour le groupe de caméras courant.

35 En cas de détection négative d'évènement, ou si l'étape d'analyse de situation met en œuvre une autre analyse de situation ne nécessitant pas de vigilance particulière, l'étape 58 est suivie d'une étape 60 de sélection du groupe de caméras suivant à traiter dans la suite de groupes de caméras.

Le résultat de l'analyse de situation est transmis à l'étape 62 à une application cliente.

De plus, en cas de vérification positive, une alerte est levée à l'étape 62, par exemple une alerte est envoyée à un centre de contrôle, au conducteur du train. Ainsi, 5
avantageusement, en cas de détection d'incident, une prise en charge rapide de cet incident est possible.

Avantageusement, le système de vidéosurveillance et le procédé de vidéosurveillance décrits permettent d'effectuer une ou plusieurs analyses de situation à bord d'un véhicule ferroviaire, en prenant en considération des images captées par 10
plusieurs caméras. Grâce au traitement par groupes de caméras, il est possible d'effectuer des analyses de situation pour la totalité du véhicule ferroviaire, de manière compatible avec les contraintes ferroviaires.