Vidéoprotection intelligente sur les réseaux mobiles 3G appliquée au trafic autoroutier

Violina Iordanova*, Louahdi Khoudour, Pierre-Yves Tanniou***, Thomas Durlin******

***CEREMA/DTerNP/TM/STS**

2, rue de Bruxelles, BP 275, 59019 Lille Cedex, France

violina.iordanova@developpement-dutrable.gouv.fr

****CEREMA/DTerSO/DALETT/ESAD-ZELT**

1, avenue du colonel Roche, 31400 Toulouse, France

louahdi.khoudour@developpement-durable.gouv.fr

*****CEREMA/DTerSO/DTISPV/TITANE**

Rue Pierre Ramond – CS 60013 - 33166 St-Médard-en-Jalles Cedex, France

pierre-yves.tanniou@developpement-dutrable.gouv.fr

******CEREMA/DTerNP/TM/STS**

2, rue de Bruxelles, BP 275, 59019 Lille Cedex, France

thomas.durlin@developpement-durable.gouv.fr

Résumé - Le présent article dresse un état des lieux des systèmes de vidéoprotection intelligente utilisant les réseaux mobiles 3G et leur mise en œuvre technique. Il résulte d'une recherche documentaire et de la consultation des sites Internet des entreprises spécialisées dans les systèmes de vidéoprotection intelligente appliqués au trafic routier en France.

Mots-clés – vidéoprotection, vidéoprotection intelligente, réseaux 3G

1. Introduction

A. Définition d'un système de vidéoprotection

Un système de vidéoprotection[1] est défini généralement comme un ensemble comprenant une ou plusieurs caméras fixes ou mobiles surveillant une scène donnée. Ce système permet de visualiser et/ou d'enregistrer dans un lieu centralisé, les images issues des caméras utilisées. En fonction des besoins, il peut :

- fonctionner de manière permanente ou à la demande,
- être exploité en temps réel ou en différé,
- fonctionner en coopération avec un capteur de nature différente (détecteur de présence par exemple).

Appliqué au trafic, il est utilisé essentiellement pour :

- la surveillance du trafic routier,
- la surveillance des zones sensibles des routes (rampes proches ou supérieures à 4%, des zones de congères, des zones de formation de verglas, etc.),
- la surveillance des équipements et des ouvrages sensibles (barrières physiques, éclairage, issues de secours des tunnels (intrusions abusives), tunnels, etc.,
- le secours aux personnes et la défense contre l'incendie dans les tunnels (informations sur l'usager utilisant le téléphone de sécurité, le déroulement des évacuations dans les issues de

1 Sous réserve des dispositions de la loi n°2011-267 du 14 mars 2011 d'orientation et de programmation pour la performance de la sécurité intérieure le mot « vidéosurveillance » est remplacé par le mot « vidéoprotection ».

secours, etc).

B. Bref rappel du cadre juridique de la vidéoprotection

La vidéoprotection publique en France est encadrée par des lois et des règlements spécifiques qui autorisent la vidéoprotection sur les voies publiques, dans les lieux ouverts au public, sous certaines conditions limitatives. Tous les textes législatifs et réglementaires relatifs à la vidéoprotection sont consultables sur le site du ministère de l'intérieur : http://www.videoprotection.interieur.gouv.fr.

Il est important de rappeler, que :

- les spécifications techniques minimales des images des systèmes vidéos sont définies par l'arrêté interministériel du 3 août 2007, complété par une annexe technique parue le 21 août 2007. Ces spécifications techniques doivent être respectées par tout nouveau système de vidéoprotection,
- l' autorisation préfectorale est nécessaire pour toute installation de vidéoprotection dans les lieux publics et mixtes,
- les usagers de la route, doivent être informés de la vidéoprotection par le biais d'un panneau de vidéoprotection comportant un pictogramme représentant une caméra.

C. Définition de la vidéoprotection intelligente

Quand le nombre de caméras à surveiller est important, les capacités d'analyse des vidéos et de transmission des informations d'une machine dépassent les capacités humaines surtout pour des scènes présentant peu de changements, alors qu'un surveillant humain surpasse la machine pour des scènes très actives présentant beaucoup d'occlusions[2]. Afin de fournir un environnement sûr et sécurisé pour les usagers et le personnel, les organismes d'état et les sociétés d'autoroutes s'orientent vers des systèmes de vidéoprotection intelligente, où la détection d'un certain nombre d'événements prédéfinis est automatique.

La vidéoprotection intelligente est utilisée pour :

- identifier automatiquement dans des séquences vidéos, des événements particuliers définis préalablement par l'opérateur dans le centre de contrôle du trafic (et des tunnels),
- avertir l'opérateur en générant des alarmes en temps réel (après avoir filtré les mouvements non pertinents),
- transmettre toutes les informations permettant la vérification du lieu de l'incident et les circonstances avant et après l'occurrence de l'incident,
- consigner dans une base de données les attributs de tous les événements suspects détectés et leurs propriétés contextuelles spécifiques.

Les principales fonctionnalités de la vidéoprotection intelligente routière sont récapitulées dans le tableau 1.

Fonctionnalités	Description
Détection d'événements	Circulation et arrêt sur la BAU Formation de congestion Activités des piétons (intrusion dans des zones interdites aux piétons) Circulation dans des zones interdites (voies de bus) Infraction aux règles de la circulation (contresens)

2 Certaines études [19] rapportent qu'un individu ne peut suivre attentivement 9 à 12 caméras plus de 15 minutes. Ainsi la probabilité de réagir à un événement capté par un système vidéo est estimé à 1 sur 1000. A ce titre, la vidéo a été utilisée historiquement comme un outil d'enquête après un événement. Néanmoins, d'après [20] moins de 0,1% des vidéos enregistrées sont visionnées.

	Détection d'incendie (tunnels)
Recueil de données de trafic	La collecte, pour chaque voie de circulation, des trois variables fondamentales du flux de trafic : le débit (nombre de véhicules/temps) ; la densité (nombre de véhicules/distance) ; la vitesse (km/h).
Classification des véhicules	La classification des véhicules est réalisée le plus souvent, de la façon suivante : poids lourds et véhicules légers. Des classifications plus élaborées sont également possibles en fonction des besoins d'exploitation de la route et de la gestion du trafic.

Tableau 1 : Fonctionnalités principales de la vidéoprotection intelligente

D. Difficultés de la vidéoprotection intelligente

La robustesse de la vidéoprotection intelligente du trafic autoroutier est confrontée aux problèmes récurrents :

- bouchons et trafic dense,
- trafic hétérogène (tailles, formes et couleurs variables des véhicules),
- conditions météorologiques difficiles (pluie, neige, etc.),
- variations brutales de la luminosité,
- occultations entre véhicules ou provoquées par l'environnement ambiant,
- vibrations de la caméra,
- imprécision du calibrage.

La vidéoprotection intelligente appliquée au domaine routier est étroitement liée au développement des technologies vidéos. Actuellement, les techniques d'analyse d'images dépendent des performances de la caméra, de sa configuration et de son implantation. La plupart des algorithmes sont conçus pour traiter des images provenant d'une caméra fixe afin d'avoir un « calibrage » du système relativement simple. Différentes techniques de traitement d'images sont utilisées pour la détection des événements, le recueil de données et la classification des véhicules. Ces techniques sont généralement bien connues des scientifiques travaillant dans des domaines connexes de la recherche. Une description détaillée des algorithmes peut être trouvée dans de nombreux articles scientifiques, incluant les articles de [7] à [18]. Néanmoins, peu d'études comparent formellement les performances des différents algorithmes, car ils sont souvent évalués sur des bases de données vidéos différentes. Par conséquent, il n'existe pas d'algorithmes de référence reconnus pour les applications dans le domaine du trafic routier, sauf peut-être pour les algorithmes exploitant la stéréovision, pour lesquels une base de données commune d'images artificielles est mise à disposition (base Middlebury).

Il est important de souligner, que le développement d'algorithmes de traitement d'images par le biais de la recherche font rarement partie des projets de mise en place des systèmes de vidéoprotection intelligente sur les autoroutes et les routes en France. Par conséquent, ces projets ne bénéficient pas d'expérience antérieure sur les algorithmes de traitement d'images, sur le système complet et sur les nouvelles avancées dans le domaine. La plupart, des systèmes implantés en France sont des systèmes commercialisés et la nature des algorithmes n'est pas documentée. Rares sont aussi les publications sur les résultats d'évaluations de ces systèmes.

E. Systèmes existants de vidéoprotection intelligente appliquée au trafic routier

D'une manière générale, les systèmes commercialisés de vidéoprotection intelligente comprennent plusieurs modules fonctionnels et matériels dédiés à l'acquisition, au traitement, à l'encodage, à la transmission, au décodage, à l'enregistrement et à la visualisation des images. Un logiciel de gestion vidéo simplifie la maintenance du système et/ou sa gestion.

Dans la plupart des systèmes mis en œuvre, des serveurs dédiés sont utilisés pour exécuter l'analyse des flux vidéos provenant le plus souvent des caméras analogiques. Typiquement, un distributeur assure, d'une part, la remontée des signaux vidéos et de télémétrie analogiques de la caméra vers un encodeur ; il les convertit en signaux numériques pour être transportés sur un réseau IP (le plus souvent, filaire) vers le système de vidéosurveillance, et d'autre part, la remontée des signaux vidéos analogiques vers un analyseur vidéo qui transmet des alarmes sur le réseau IP vers le centre de contrôle.

Les systèmes de vidéoprotection sur IP génèrent des flux vidéos composés d'images numérisées. Ils sont transférés à travers des réseaux comme Ethernet, les réseaux locaux sans fil et Internet, pour être visualisés à distance dans les centres de contrôle du trafic. Tous les composants d'un tel système sont numériques : la caméra, les réseaux de télécommunications, l'enregistrement, l'accès.

Il est actuellement possible de réaliser le traitement des images au sein même de la caméra et de réduire drastiquement la charge du réseau et l'espace du déploiement.

L'analyse des offres commerciales est souvent préconisée lors de l'élaboration d'un projet de vidéoprotection. Les critères suivants peuvent être utilisés :

- solution personnalisée et adaptée au type de système à surveiller et à sa complexité,
- solution de base où la vidéo est enregistrée dans les caméras et aucun autre dispositif d'enregistrement n'est requis,
- solution complète où la vidéo est enregistrée sur le serveur du système ou sur des appareils externes aux enregistreurs ou aux serveurs vidéos dans le cas de grands réseaux de vidéoprotection,
- surveillance fournie comme service basé sur le Cloud du fournisseur du système vidéo.

L'analyse des solutions commerciales disponibles permets de mettre en évidence les principales caractéristiques de l'état actuel des systèmes. Toutefois en l'absence d'accès direct aux résultats d'essais des systèmes, l'analyse détaillée de leurs performances n'est pas abordée dans cet article. Pour avoir une vision plus complète, il est nécessaire de décrire les projets liés à la vidéoprotection intelligente mis en œuvre et les résultats de leurs évaluations. Néanmoins, l'efficacité de cette démarche dépendra des critères d'évaluation utilisés.

L'objectif de cet article est par conséquent, de fournir les principaux concepts des systèmes de vidéoprotection intelligente et en particulier de la vidéoprotection intelleigente 3G. Il est le résumé d'un état de l'art plus détaillé, réalisé pour le compte de la DIR Nord.

2. Vidéoprotection intelligente sur les réseaux mobiles 3G

Les systèmes de vidéoprotection 3G permettent de fournir un service à distance et un faible coût de construction via Internet, dans le cas de la surveillance d'espaces étendus et des zones de travaux lorsque l'installation de câbles s'avère trop coûteuse ou lorsque les zones sensibles à surveiller sont impossibles à relier par câble. Ils offrent des possibilités d'intégration dans les systèmes centraux de gestion du trafic existants et dans leur base de données commune. Parallèlement, les utilisateurs peuvent obtenir les alarmes et les images sur leurs téléphones mobiles dans la mesure où l'authentification des mobiles GSM entre eux peut être vérifiée lors de la connexion.

Note 1 : Les connexions via Internet sont interdites au sein du MEDDE à l'exclusion de celles prévues via Moréa. La connexion des équipements extérieurs nécessite une dérogation, accordée à condition de respecter des architectures dérogatoires type.

Les fonctionnalités de détection les plus demandées pour un système de vidéoprotection intelligente 3G appliquée au domaine routier sont la détection de véhicule arrêté et la détection de véhicule roulant à contresens. Ces systèmes sont généralement capables de détecter la formation de congestion et de collecter pour chaque voie de circulation, les trois variables fondamentales du trafic.

3. Architecture fonctionnelle générale de la vidéoprotection intelligente 3G

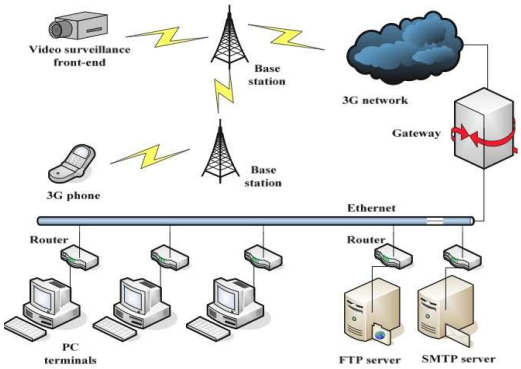

Figure 1 : Système de vidéoprotection intelligente 3G[3]

Les principaux blocs fonctionnels d'un système de vidéoprotection intelligente 3G sont :

- la caméra intelligente pour l'acquisition, l'analyse, l'encodage et l'enregistrement local des images,
- le réseau de transmission des images (Internet dans le cas particulier),
- le décodage et la visualisation des images.

A. Caméra intelligente

La caméra intelligente (CCD ou CMOS) filme une scène et réalise le traitement des images et l'analyse du contenu des données. Elle peut être configurée pour envoyer des flux vidéos sur le réseau 3G pour une visualisation en direct et/ou un enregistrement selon une certaine planification, lorsqu'un événement se produit ou sur demande d'un utilisateur autorisé. Les images capturées sont transmises au format vidéo Motion JPEG et H.264 à l'aide de différents protocoles, comme : TCP/FTP/HTTP/HTTPS/SMTP/POP3/MMS.

Des exemples détaillés d'architectures matérielles et logicielles des caméras 3G sont fournis dans les articles scientifiques [1], [2], [3], [4]. Les principaux modules d'une caméra intelligente 3G sont : le module d'acquisition, le module de traitement et le module de communication.

Concernant le ***module d'acquisition***, les caractéristiques de l'optique et du capteur sont essentielles pour l'efficacité de l'ensemble du système. La plupart des caméras de vidéoprotection du trafic routier fonctionnent en plan large. Les scènes de surveillance du trafic contiennent des changements brusques de luminosité. Par conséquent, il est recommandé d'utiliser des caméras avec une large plage dynamique. Le passage en noir et blanc est souvent appliqué pour la surveillance des scènes de nuit. Les systèmes de vidéoprotection routière utilisent des capteurs relativement grands (1/3" ou 1/2"). La résolution et la fréquence d'images sont les deux autres paramètres importants pour une caméra intelligente. Pour les systèmes de vidéoprotection, le choix est porté sur des formats d'images de taille minimale, mais offrant une qualité acceptable : VGA (640x480), CIF (352 x288) et 4CIF (704x576). Pour le fonctionnement en temps réel, le taux de mise à jour des images visé est de 12 images par seconde.

Le ***module de traitement*** d'images réalise les tâches suivantes : la compression du flux vidéo, la conversion du signal analogique en signal numérique, l'analyse du signal numérique pour la détection d'un événement et/ou pour le recueil de données. Le micrologiciel embarqué contrôle tous les périphériques, la gestion de toutes les tâches logicielles, la reconfiguration via l'interface réseau, etc.

Les fonctionnalités du ***module de communication*** sont les suivantes : PoE (IEEE 802.3af), IGMPv3 (et possibilité de forcer le mode IGMPv2), SNMPv3, HTTPS (pour le cryptage des flux vidéos avant leur transmission sur le réseau), filtrage d'adresse IP (qui accorde ou refuse des droits d'accès aux adresses IP spécifiques), Norme IEEE802,1x (pour le contrôle d'accès à un réseau), fonctionnalités sans fil.

Note 2 : La contrainte électrique est une contrainte de conception majeure pour les caméras

3 Qigui Zhang, Yu Chen, Design of Wireless Intelligent Video Surveillance System Based on 3G Network, TELKOMNIKA, 2014.

intelligentes qui fonctionnent avec des sources énergétiques autonomes (énergie solaire). Un autre aspect important est la dissipation de la chaleur qui doit être faible afin d'éviter le refroidissement actif.

Les caméras 3G disposent d'une carte mémoire flash longue durée permettant d'enregistrer plusieurs heures, voire plusieurs jours de vidéo.

Les caméras installées à l'extérieur ont également des contraints d'exploitation telles que la taille, la gamme de température. Elles sont protégées par des caissons, qui sont choisis en fonction des indices de protections IP, IK et la résistance à la corrosion.

B. Transmission des images

La norme 3G (UMTS R'99) permet un débit d'environ 384 kbits/s. A titre indicatif, les coûts de raccordement et d'abonnement sont de l'ordre de 240 €/an pour une heure de trafic par mois dans le cadre du marché Opache III.

Une transmission continue du flux vidéo est possible en contrepartie d'une qualité dégradée mais est néanmoins compatible avec la levée de doute (1 image CIF par seconde, GOP de 10), même si le nombre d'images par seconde n'est pas conforme à l'arrêté sur les normes techniques des systèmes de vidéoprotection. Il convient dans ce cas de moduler les exigences en fonction des besoins opérationnels véritables de la vidéoprotection intelligente. A défaut une vidéo de qualité pourra être transmise, mais que quelques heures par mois.

Le protocole HSDPA appelé aussi 3,5G ou 3G+ est théoriquement capable d'approcher les performances des réseaux DSL. Il est une amélioration radio du lien descendant qui permet d'offrir du très haut débit en téléchargement (jusqu'à 14,4 Mbits/s débit théorique ; 3,6 Mbits/s en pratique avec la Release 5 ; 7,2 Mbits/s avec la Release 6). Pour les transferts en voie montante (flux montant), le canal DCH de l'UMTS est utilisé (128 kbits/s en Release 5 et 384 kbits/s en Release 6).

Note 3 : Dans une application vidéo sur IP avec une caméra IP située à un emplacement distant, le débit montant est plus important que le débit descendant, car les données de vidéosurveillance générées par la caméra seront envoyées vers Internet.

Pour sécuriser les communications via Internet, l'adressage IP des équipements routiers se fait au sein d'un VPN (Virtual Private Network). Deux options sont possibles pour la mise en place d'un VPN :

- Des réseaux opérés de bout en bout : l'opérateur de télécommunications prend en charge l'ensemble de l'ingénierie de trafic, de déploiement, de gestion et de maintenance du VPN sécurisé.
- Des réseaux privés ou autogéré : la DIR élabore, construit et gère elle-même son réseau VPN.

Note 4 : Le risque de piratage informatique des images au niveau de la caméra existe mais reste marginal. Le risque principal est de perdre les images par destruction de la caméra et de son stockage local. Par conséquent, il est souvent recommandé de mettre en place un test automatique régulier de bon fonctionnement des liaisons avec la caméra et si l'abonnement avec l'opérateur de télécommunications le permet, il est également recommandé le rapatriement des images au centre de contrôle du trafic pendant les heures creuses, afin d'avoir une sauvegarde supplémentaire des images.

C. Décodage et visualisation des images

Un décodeur doit implémenter toutes les parties requises d'une norme pour pouvoir décoder un flux binaire conforme. La norme spécifie la façon exacte dont un algorithme de décompression doit rétablir chaque bit d'une vidéo compressée.
Il est souvent recommandé de comparer les résultats sur les images temps réel et sur les images enregistrées.
Note 5 : Les caméras, encodeurs et enregistreurs proposant une compression MPEG-4 uniquement

et non spécifiquement labellisée H.264 ou MPEG AVC dans la documentation technique, ne compressent les vidéos qu'avec les anciennes implémentations de la norme MPEG-4.

La visualisation des images peut être répartie sur plusieurs postes grâce aux droits de visualisation précis par caméra qui sont donnés à chaque utilisateur distant. Les images peuvent être aussi regardées à distance sur un téléphone ou un dispositif portable (dans la mesure où l'authentification des mobiles GSM entre eux peut être vérifiée lors de la connexion).

4. Entreprises spécialisées dans la vidéoprotection intelligente appliquée au trafic routier

Le tableau ci-dessous récapitule les caractéristiques principales des caméras sans fil, issues des sites Internet des principales sociétés spécialisées dans les systèmes de vidéoprotection intelligente appliqués au trafic routier en France. Les descriptions des systèmes sont succinctes et rendent la comparaison des différentes offres difficiles.

Caractéristiques	Xcam-i (Citilog)	TRAFIBOT (TRAFICON)	MAGSYS
Capteur	CMOS 1/4"	CMOS 1/3", lentille : montage CS/C, plage dynamique étendue	CCD 1/3" SONY, 420/520 TVL, lentille : montage CS, 8 mm, f=2,0, angle de vue : 42°, AI : supporté, Système de numérisation : Entrelacé
Résolution	VGA	D1, 1/2D1, 2CIF, CIF, QCIF, Images par seconde : 1 à 30	D1, Half D, CIF, QCIF, Images par seconde : 1 à 30
Réglage de l'image	-	-	Luminosité, contraste, saturation, exposition, AES (1/60 à 1/120000S.), AGC, AWB, BLC, masque de vie privée, détection de mouvement
Alimentation	+12/24V AC/DC	12VDC/24VAC et éventuellement 802.3af PoE	12VDC
Consommation	< 3W	8W	4W
Température de fonctionnement	-34°C/+74°C	-30°C/+50°C	-40°C/+60°C
Humidité de fonctionnement	de 0 à 95 %RH sans condensation	-	de 20% à 85%
Matériel	Ethernet : RJ45 Module sans fil : GPRS	Ethernet : 10/100 Mb Entrées : 2 normally open Sorties : 2 potential free Data/serial : 1xRS422/485 (2- or 4-wire)	CPU Hi3512, Flash 8M, DRAM 128M, Prise d'antenne : SMA, Carte SIM : 3V/1,8V Ethernet : RJ45, 10/100 Mb GPIO : bornier à vis pour 1D/I, 1D/O
O/S	-	-	Linux
Poids	600g	-	1 kg

Caractéristiques	Xcam-i (Citilog)	TRAFIBOT (TRAFICON)	MAGSYS
Codec	-	Capacité de diffuser deux flux H.264, deux flux MJPEG ou un flux H.264 et un flux MJPEG simultanément	H.264/MJPEG
Fonctionnalités de videoprotection	Détection de véhicule arrêté Discrimination entre trafic fluide et trafic congestionné Détection de ralentissements et de congestions basées sur un seuil	Véhicule arrêté Contresens Chute de vitesse Congestion Niveaux de service Sous-vitesse Excès de vitesse Fumée en tunnel Piéton Objet tombé (débris)	Surveillance de chantiers Surveillance d'installations sur des zones reculées Surveillance du réseau routier
Boîtier	Boîtier moulé en polycarbonate IP 67 Casquette pour exposition directe au soleil	-	-
En termes de marché	Intégration sans modification dans un système DAI Citilog ou toute autre architecture	-	Produit clé en main : Kit complet : la caméra, le panneau solaire le coffret contenant le régulateur et la batterie, le mât Interface Web personnalisée, Serveur dédié

Tableau 2 : Caractéristiques principales des caméras 3G

5. Conclusions

Les systèmes de vidéoprotection 3G permettent de fournir un service à distance et un faible coût de construction via Internet.

Les utilisateurs peuvent obtenir les données de surveillance sur leurs téléphones mobiles.

La question de l'utilisation des technologies sans fil, mobiles et en Cloud pour la vidéoprotection est relativement inexploré (à l'exclusion des aspects de sécurité des transmissions).

Le bon fonctionnement des systèmes de vidéoprotection sans fil est tributaire de la fiabilité du réseau de transmissions.

6. Références

[1]. Michael Bramberger, Roman P. Pflugfelder, Arnold Maier, Bernhard Rinner, Bernhard Strobl, Helmut Schwabach, A Smart Camera for Traffic Surveillance.
[2]. Qigui Zhang, Yu Chen, Design of Wireless Intelligent Video Surveillance System Based on 3G Network, TELKOMNIKA, 2014.
[3]. Lin Mei, Longhu Chen, Zhiwei Tang, 3G Intelligent Video Analysis System of Vehicle on DM6446, TELKOMNIKA, 2013.

[4]. Shao-Yi Chien and Wei-Kai Chan, Cooperative Visual Surveillance Network with Embedded Content Analysis Engine.
[5]. Felix Pletzer, Roland Tusch, Laszlo Böszörmenyi, Bernhard Rinner, Robust traffic state estimation on smart cameras.
[6]. Aleksandra Karimaa, Mobile and Wireless Access in Video Surveillance System, IJDIWC, 2011.
[7]. Cheng-Chang Lienand Ming-Hsiu Tsai, Real-Time Traffic Flow Analysis without Background Modeling, *Journal of Information Technology and Applications* Vol. 5, No. 1, pp. 1-14 2011
[8]. Brendan Morris and Mohan Trivedi, Real-Time Video based Highway Traffic Measurement and Performance Monitoring.
[9]. H. S. Mohana, Aswatha Kumar. M, G. Shivakumar, Vehicle Counting and classification using Kalman filter and pixel scanner technique and its verification wits optical flow estimation, Global journal of computer science and technology, 2010.
[10]. Jian Wu, A survey on video-based vehicle behavior analysis algorithms, Journal of multimedia, 2012.
[11]. Erhan Bas, Road and Traffic Analysis from video, these, 2007.
[12]. Pablo Augusto Negri, Détection et reconnaissance d'objets structurés : application aux Transports Intelligents, thèse, 2008.
[13]. Neeraj Krantiveer Kanhere, Vision-based detection, tracking and classification of vehicles using stable features with automatic camera calibration, these, 2009.
[14]. Stopped Vehicle Detection System for Outdoor Traffic Surveillance, Gonçalo Monteiro, Joao Marcos, and Jorge Batista, Stopped Vehicle Detection System for Outdoor Traffic Surveillance.
[15].CHUNG-CHENG CHIU, MIN-YU KU AND CHUN-YI WANG, Automatic Traffic Surveillance System for Vision-Based**V**ehicle Recognition and Tracking, JOURNAL OF INFORMATION SCIENCE AND ENGINEERING 26, 611-629 (2010).
[16]. Jun-Wei Hsieh, Shih-Hao Yu, Yung-Sheng Chen, and Wen-Fong Hu, An Automatic Traffic Surveillance System for Vehicle Tracking and Classification, *IEEE*, Vol. 7, No. 2, 175-187, 2006.
[17]. P. Rajesh, M. Kalaiselvi Geetha and R.Ramu, Traffic density estimation, vehicle classification and stopped vehicle detection for traffic surveillance system using predefined traffic videos, Elixir Comp. Sci. & Engg. 56A (2013) 13671-13676
[18]. Luis Unzueta, Marcos Nieto, Andoni Cortés, Javier Barandiaran, Oihana Otaegui, and Pedro Sánchez, Adaptive Multicue Background Subtraction for Robust Vehicle Counting and Classification.
[19]. Valérie Gouaillier, Aude-Emmanuelle Fleurant, La vidéosurveillance intelligente : promesses et défis, rapport de veille technologique et commerciale, mars 2009.
[20]. IndigoVision,Détection vidéo intelligente – mythes et limites, http://www.indigovision.com/documents/public/articles/Analytics%20Article%20French%20-%20Final.pdf .
[21]. http://www.axis.com/fr/
[22]. http://www.interieur.gouv.fr/Videoprotection/Documentation
[23]. http://www.boschsecurity.fr/content/language1/downloads/Guide_de_la_videosurveillance_-_FFPP-final.pdf
[24]. http://www.traficon.com/
[25]. http://www.citilog.com/
[26]. http://www.magsys.net/systeme-camera-gsm-autome-interface-web-temp-reel.html
[27]. http://www.neavia.com/