

<p style="text-align: center;"><b>Reconnaissance et analyse automatique temps réel de Signalisations routières Etat des recherches de Jerome NINOT</b></p>
--

I- Contexte et Problématique

INDUCT est une PME spécialisée dans l'électronique et les systèmes d'information embarqués en lien particulier avec les systèmes GSM et GPS. Par le biais d'un stage de fin d'études d'ingénieur en collaboration avec le département d'optique de l'ENST-Bretagne, INDUCT a récemment étudié la faisabilité d'une automatisation de positionnement dynamique de véhicule sur une chaussée en appliquant les techniques de traitement d'images. Cette étude a confirmé la faisabilité en travaillant avec les bandes vidéo enregistrées à partir d'un véhicule roulant sur la chaussée.

Depuis peu, les collectivités locales (mairie, conseils départemental, etc.) sont responsables de la qualité de leur patrimoine routier (panneaux STOP, ligne banche au sol par exemple), tant au niveau de l'entretien qu'au niveau de la pertinence des éléments du patrimoine. Cependant, la tâche à accomplir pour chaque collectivité est lourde, et les moyens de relevé sont archaïques. La plupart du temps, les sociétés chargées de relever le patrimoine qualitativement et quantitativement sont les sociétés d'application du marquage au sol et d'installation de panneaux routiers. Les outils mis à leur disposition sont inexistantes en termes d'automatisation.

Au final, les routes et leurs caractéristiques sont peu connues des organismes intéressés.

II- Objectifs et applications

L'objectif principalement visé est de développer des outils informatiques combinés à un ou plusieurs capteurs particuliers d'imagerie vidéo ou de mesure, afin d'acquérir, reconnaître et analyser automatiquement des caractéristiques de la route quelles qu'elles soient. Le but est d'arriver à un produit fini le plus autonome possible du point de vue décisionnel et d'analyse, et de développer en parallèle des outils d'aide au positionnement d'engins d'opérations (machines de marquage routier). Evidemment, restant dans un contexte industriel, le coût global d'un tel produit doit rester abordable. Quelles en sont les applications ?

a- L'aide au marquage au sol

Tout d'abord, la première d'entre elles concerne les sociétés directement touchées par ce genre d'outils, comme les sociétés de marquage au sol. Leurs avantages sont :

- Améliorer le rendement (augmentation de la vitesse d'application de peinture)
- Augmenter la sécurité (les capteurs et l'analyse de données permettent de supprimer la présence d'individu sur la chaussée) – aujourd'hui dans la plupart des cas, le pré-marquage est manuel et consiste à mesurer la largeur de la chaussée puis à tracer un trait à la corde
- Augmenter la qualité
- Donner un outil de mesure de qualité

## b- Relevé du patrimoine routier

Les deuxièmes concernés sont les collectivités locales responsables de l'entretien des routes dont ils ont la charge et qui doivent pour cela disposer de plans de leur patrimoine routier (marquage au sol, panneaux, etc.). Les collectivités sont aussi concernées par la pertinence de leurs signalisations dans des endroits *accidentogènes* par exemple. La pertinence de l'implantation des marquages et de la signalisation fait l'objet d'études très ponctuelles par des experts et par des méthodes souvent très empiriques. Ainsi, les applications directement liées sont :

- Définir rapidement un niveau de qualité sur une portion donnée
- Analyser la pertinence de chaque élément de marquage présent

Il n'y a pas à ce jour d'outils de simulation numérique de la perte de visibilité à partir d'images vidéo réelles faisant intervenir des paramètres dynamiques (comme la simulation de véhicules dans les 2 sens en fonction de la vitesse, ou la simulation de l'évolution de la végétation, etc.).

## c- Aide à la conduite

Sont concernés bien évidemment les automobilistes qui jouissent alors d'une sécurité optimum concernant la signalisation mais aussi d'une intégration d'éléments d'information dans le véhicule. L'intégration dans des couches de bases de données cartographiques des informations de relevés de patrimoine permettra, d'une part, de disposer de capteurs et de puissances de calculs plus faibles en optimisant la recherche de « signes prévisibles » et, d'autre part, de fournir une redondance pour les systèmes d'aide à la conduite tels que des caméras intelligentes embarquées. Nous pourrions contribuer à :

- Informer de la signalisation
- Analyser et informer sur la dangerosité (interdiction de doubler, réduction de la vitesse, etc.)
- Aider au positionnement de véhicule sur la chaussée

## III- Etat des Recherches

Le sujet se décompose naturellement en deux parties : l'analyse de la signalétique horizontale, et la signalétique verticale. Les recherches de Jerome NINOT sont essentiellement basés sur du traitement d'image.

Concernant les signalétiques horizontales, les recherches concernent principalement l'extraction, la modélisation (ou estimation des paramètres) et la reconnaissance des marquages linéaires. La première idée fut de travailler sur des voisinages locaux dépendant de leur position dans l'image pour prendre en compte les effets de perspectives. Ensuite, en inversant le problème en considérant le marquage au sol comme un bruit, nous nous sommes orientés sur les filtrages permettant d'éliminer les marquages au sol dans l'image tout en limitant les détériorations dans les zones *non-marquées*. L'extraction est aujourd'hui robuste. Ensuite, concernant l'estimation de paramètres des lignes de marquages, nous nous sommes basés sur les études de Jean-Philippe Tarel, de Sio-Song Leng et de Pierre Charbonnier :

*Détection Robuste des marquages routiers par une approche semi-quadratique*, en changeant l'espace des données à estimer. La reconnaissance de marquages au sol est faite à partir de mesures dans le plan *route* pour discriminer les *modules* existants.



Figure 1 : Reconnaissance de marquage linéaire

Les recherches effectuées sur l'extraction de marquage au sol ont pu donner lieu à des algorithmes de reconnaissance de marquages spéciaux.

Concernant les signalétiques verticales, nous avons travaillé sur des approches locales basées sur des algorithmes de minimisation de fonction d'erreurs quadratiques. Etant donné que ces approches locales ne permettent la convergence de modèles que lorsque la position initiale est proche de la solution, nous l'avons couplé avec une approche globale basée sur un algorithme évolutionnaire hybride.

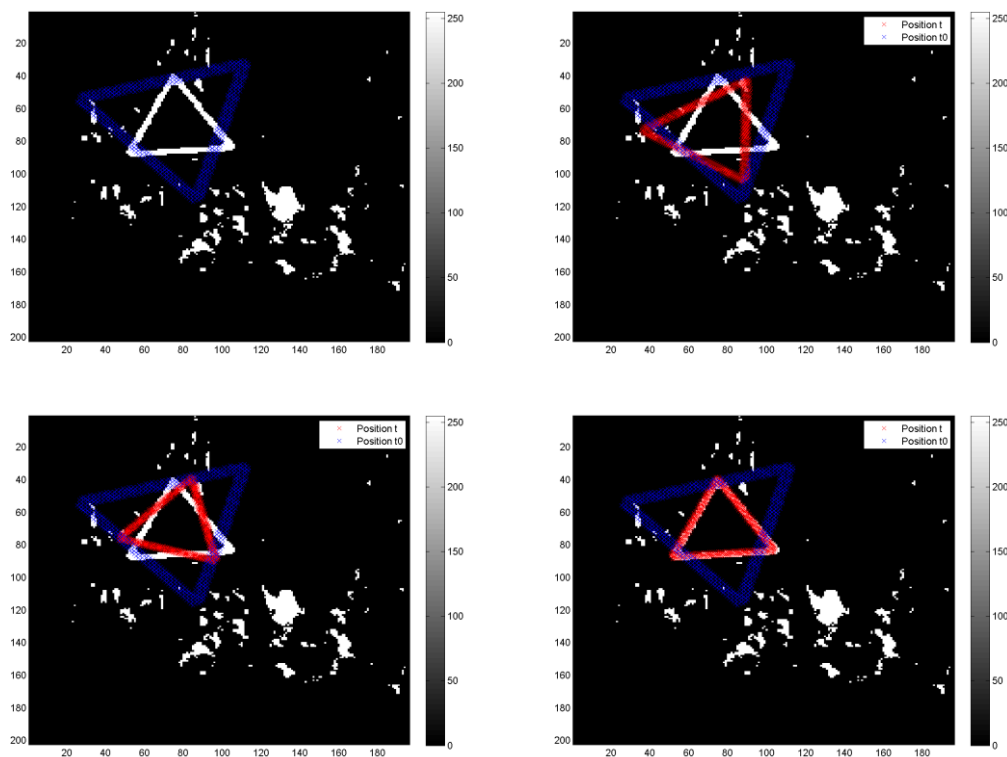


Figure 2 : Convergence de modèle sur 40 itérations ; état initial (bleu) ; état (rouge)

#### IV- Perspective de développement

Les perspectives de développement nous sont apparues très vite chez INDUCT. Nous avons donc commencé, en début d'année 2007, à discuter autour de nous de la possibilité de créer une structure indépendante autour du relevé de patrimoine routier. Cette perspective vient principalement du fait que l'accélération du développement était primordiale, et que les fruits des recherches de Jerome NINOT ne représentaient qu'une partie du travail à réaliser.

En décembre 2007, l'idée s'est concrétisée avec la création d'une entité, filiale d'INDUCT, qui se nomme VIAMETRIS. En toute logique, la direction de cette société a été confiée à Mr NINOT et le transfert de sa thèse CIFRE est effectif depuis le début 2008.

Aujourd'hui, l'avancement technique et technologique s'est accéléré. VIAMETRIS est créée à partir d'aides régionales et locales et a pu faire l'acquisition d'un véhicule prototype intégrant des caméras, des lidars, des odomètres, un GPS centimétrique, et de l'informatique embarquée.



Figure 3 : Prototype VIAMETRIS

#### V- Publications

Jerome NINOT a participé, au jour d'aujourd'hui, à l'article « Dynamic Trajectory Management for Safe Driving in Urban Environment » en 2007 pour la conférence IROS, nous sommes en attente de réponse pour BMVC à la soumission de « Additional Approaches and Optimization for Road Markings Extraction ».

Enfin, nous avons profité de la première session de la conférence COGIST pour soumettre l'article « Amélioration et optimisation d'algorithmes pour l'extraction de marquages routiers ».