

GDR Robotique - GT2 « véhicules Terrestres »

Journée Visibilité

21 octobre 2009

Salle M40-41 LCPC 58, boulevard Lefebvre 75732 Paris Cedex 15

Organisateurs : Didier Aubert, Roland Chapuis

I Introduction

L'objectif de cette journée qui s'inscrit dans l'axe « Interprétation des scènes » du GT2 VT est de faire un point sur les techniques relatives à la visibilité au sens large pour les systèmes embarqués dans les véhicules terrestres. La visibilité peut être vue ici comme une thématique couvrant un spectre large dans le processus de perception :

- la perception en condition de visibilité atmosphérique dégradée (brouillard, pluie, neige, ...) caractérisation, modélisation,
- la perception en condition d'illumination dégradée (nuit, éblouissement, fort gradient d'illumination, ...)
- la visibilité géométrique : marquage dégradé par exemple,, masquage des informations pertinentes par l'environnement, ...
- la saillance attentionnelle et de recherche de primitives routières,
- La restauration / amélioration des images dégradées par la météo ou des problèmes d'illumination pour les traitements embarqués ou l'aide au conducteur.

II Planning des présentations (20min par présentation + 15min discussion)

9h45h : accueil

10h : *Détection des conditions de visibilité et estimation de la distance de visibilité atmosphérique par vision embarquée*, Nicolas Hautière, Didier Aubert, Raphaël Labayrade, Jean-Philippe Tarel

10h35 : *Caractérisation et simulation expérimentale des conditions atmosphériques, brouillard, pluie pour les recherches en visibilité*, Michèle Colomb, Frédéric Bernardin

11h10 : pause café

11h20 : *Méthode de détection de la pluie*, Georges CHALLITA

11h55 : *Estimation de la dynamique du véhicule pour une estimation embarquée de la distance de visibilité*, C. Boussard, B. d'Andréa-Novel, N. Hautière

12h30 : *Modélisation 3D d'environnements routiers par système mobile pour le calcul de distances de visibilité*, J.-E. Deschaud, F. Goulette

13h05 : repas (cafétéria LCPC)

14h15 : *Amélioration du contraste des images en présence de brume et de brouillard*, Jean-Philippe Tarel, Nicolas Hautière

14h50 : *Mitigation de la baisse de visibilité induite par le brouillard diurne pour les aides à la conduite*, Nicolas Hautière, Jean-Philippe Tarel, Didier Aubert

15h25: pause café

15h35: *Estimation de la saillance de la signalisation verticale dans les images routières*, Ludovic Simon, Jean-Philippe Tarel, Roland Brémond

16h10 : *Localisation / reconnaissance de piétons intégrant une approche de perception cognitive*, F.Chausse, L. Ngako Pangop, S. Cornou, R. Chapuis

III Résumé des présentations

III.1 Détection et caractérisation des conditions météo dégradées

Détection des conditions de visibilité et estimation de la distance de visibilité atmosphérique par vision embarquée

Nicolas Hautière¹, Didier Aubert², Raphaël Labayrade³, Jean-Philippe Tarel¹

1 : Université Paris-Est, LEPSiS, unité mixte INRETS-LCPC

2 : UniverSud, LIVIC, unité mixte INRETS-LCPC

3 : ENTPE

Les conditions météorologiques dégradées, en particulier le brouillard, posent un problème aux capteurs extéroceptifs qui fonctionnent de manière dégradée. La détection et la quantification des conditions de visibilité constituent donc un enjeu fort pour les aides à la conduite. Nous proposons deux techniques complémentaires permettant d'effectuer une mesure embarquée de la distance de visibilité par des techniques d'analyse d'images effectuées en temps réel. Elles reposent sur une définition de la distance de visibilité météorologique. La première technique, fondée sur un modèle de diffusion atmosphérique, détecte et estime la densité du brouillard diurne en utilisant une seule caméra. La deuxième technique, mettant à profit une propriété générale de l'atmosphère, est capable d'estimer la distance de visibilité par toutes conditions météorologiques en utilisant, pour sa part, un capteur stéréoscopique. Nous évaluons, d'une part, les méthodes à l'aide d'images réelles acquises sur véhicule sous différentes conditions météorologiques, ce qui constitue une évaluation qualitative du travail réalisé. Nous évaluons d'autre part les méthodes à l'aide d'images acquises sur un site spécifique équipé de mires de référence, conçu et réalisé sur les pistes d'essai de Satory, ce qui constitue une évaluation quantitative.

Caractérisation et simulation expérimentale des conditions atmosphériques, brouillard, pluie pour les recherches en visibilité

Michèle Colomb, Frédéric Bernardin

LRPC de Clermont-Ferrand, 8-10 Rue Bernard Palissy, 63017 Clermont-Ferrand,

Afin de traiter la problématique de la sécurité routière en conditions météo dégradées, le réseau scientifique et technique du ministère s'est doté au Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Clermont-Ferrand, d'une infrastructure unique en Europe qui permet de produire du brouillard artificiel. Cette simulation physique en conditions contrôlées permet de reproduire les conditions de visibilité réduite qui gênent le conducteur pour assurer sa tâche de conduite. Cette infrastructure est ouverte aux centres de recherche ainsi qu'aux constructeurs automobiles ou équipementiers qui travaillent au développement de nouvelles technologies pour la sécurité des transports, en particulier par des systèmes de vision artificielle ou d'imageries. On présentera ici cette plate-forme de recherche et développement en termes de simulation expérimentale des caractéristiques du brouillard et de contrôle des paramètres. On évoquera les développements en cours pour simuler la pluie. Des exemples d'expérimentations seront donnés.

Ce moyen d'essais permet de générer un brouillard artificiel sur une longueur de 30 m en conditions nocturnes de 15 m en conditions diurnes. La largeur de la salle est de 5,5 m et la hauteur sous les rampes d'injection de 2 m. Un poste d'observation est séparé de la salle de brouillard par une cloison vitrée, contre laquelle est fixé l'avant d'un véhicule. Il est ainsi possible de placer des observateurs en position de conduite et de réaliser des mesures photométriques dans les conditions géométriques d'observation d'un conducteur.

Les caractéristiques physiques du brouillard sont contrôlées sur la longueur de la salle par des transmissiomètres qui mesurent la transmittance de l'atmosphère, paramètre qui peut ensuite être reliée à la distance de visibilité météorologique. On peut accéder aux propriétés microphysiques du brouillard à l'aide d'un granulomètre, compteur optique de particules qui permet de déterminer les distributions en taille des

gouttelettes d'eau ainsi que leur concentration. Ces capteurs permettent d'appréhender la « visibilité météorologique ».

En ce qui concerne la « visibilité photométrique » qui permet de faire le lien entre les caractéristiques photométriques de la scène routière, luminance, contraste, et la vision du conducteur, le laboratoire est doté de capteurs, de type photomètre et vidéophotomètre qui permettent un recueil simultané de ces données avec les caractéristiques de l'atmosphère, lors de tests de perception avec observateurs ou lors de tests de performance de nouvelles technologies de signalisation de la route ou d'aides à la conduite dans le véhicule.

Estimation de la dynamique du véhicule pour une estimation embarquée de la distance de visibilité

C. Boussard¹, B. d'Andréa-Novel², N. Hautière³

1 : INRIA

2 : ENSMP

3 : Université Paris-Est, LEPSiS, unité mixte INRETS-LCPC

La présence d'une zone avec des conditions de faible visibilité est une information pertinente pour un véhicule autonome dans la mesure où la détection de l'environnement est important d'un point de vue de la sécurité. Dans ce but, nous développons un capteur générique de visibilité embarqué au sein du véhicule. Notre approche consiste à estimer la distance des objets les plus éloignés appartenant au plan de la route ayant au moins un contraste de 5%. L'originalité de cette approche réside dans le fait que la carte de profondeur de l'environnement du véhicule est obtenue par l'alignement successif des images du plan de la route. Cet algorithme exploite la dynamique du véhicule qui est obtenu ou estimé à partir de capteurs proprioceptifs classiquement disponibles sur les véhicules. Nous présenterons le principe de notre approche en termes de traitement d'image et expliquerons comment la dynamique du véhicule y prend part en effectuant une étude de sensibilité.

Méthode de détection de la pluie

Georges CHALLITA

Insa-Rouen

Le système de détection de la pluie est composé d'une caméra placée derrière le pare-brise et reliée à un PC embarqué dans le véhicule. En utilisant les techniques d'analyse d'images, nous avons traité le flux d'images en temps réel pour détecter la pluie dans le but de commander automatiquement les essuie-glaces.

La méthode que nous avons utilisée repose sur l'opérateur de déclivité [1]. Nous avons appliqué la méthode des déclivités en l'adaptant à notre problématique mais sans l'utilisation du seuillage auto adaptatif sur les intensités des déclivités. Nous avons calculé l'histogramme des largeurs de déclivités des lignes de l'image. Nous avons assimilé le bruit de l'histogramme à un bruit blanc gaussien et nous avons calculé l'écart-type de l'histogramme pour chaque ligne de l'image. Un seuillage auto adaptatif

adéquat a été appliqué à 3 fois l'écart-type de chaque histogramme des lignes de l'image. Nous obtenons une image où seuls les contours ayant des largeurs supérieures à ce seuil sont conservés. Ensuite Nous avons marqué toutes les gouttes en pixels blancs. Les résultats obtenus sur la base d'images fournie par Valeo donnent 98% de bonnes détections. Notre méthode de détection de pluie a été brevetée.

[1] P. MICHE and R. DEBRIE. Fast and self-adaptive image segmentation using extended declivity. Annals of Telecommunications, pages 401–410, 1995.

III.2 Restauration d'images

Mitigation de la baisse de visibilité induite par le brouillard diurne pour les aides à la conduite

Nicolas Hautière¹, Jean-Philippe Tarel¹, Didier Aubert²

1 : Université Paris-Est, LEPSiS, unité mixte INRETS-LCPC

2 : UniverSud, LIVIC, unité mixte INRETS-LCPC

A bord d'un véhicule, différentes stratégies de mitigation de la baisse de visibilité induites par le brouillard diurne peuvent être envisagées. Une de celle-ci consiste à restaurer le contraste dans les images. Pour cela, nous proposons une approche originale. A l'aide de la connaissance de la densité du brouillard, nous segmentons l'espace navigable en faisant une hypothèse monde plan. Nous en déduisons la structure de la scène routière devant le véhicule qui est ensuite utilisée pour affiner le processus de restauration du contraste. Les résultats sont évalués quantitativement en calculant le gain de visibilité apporté par l'approche. Finalement, nous présentons quelques applications comme la détection d'obstacles, l'amélioration de la détection de la signalisation ou encore la reconstruction 3D de l'environnement.

Amélioration du contraste des images en présence de brume et de brouillard

Jean-Philippe Tarel, Nicolas Hautière

Université Paris-Est, LEPSiS, unité mixte INRETS-LCPC

Après un rappel de l'état de l'art, nous présenterons une méthode d'amélioration du contraste des images lorsque du brouillard ou des brumes sont présentes. Cette méthode, récemment présentée à ICCV, a l'avantage d'être rapide et de fonctionner à partir d'une seule image, aussi bien en couleurs qu'en niveaux de gris. C'est pourtant à la base un problème mal posé. Une étude comparative avec les autres algorithmes disponibles sera aussi présentée.

III.3 Visibilité géométrique

Modélisation 3D d'environnements routiers par système mobile pour le calcul de distances de visibilité

J.-E. Deschaud, F. Goulette

Centre de Robotique – CAOR, Département Mathématiques et Systèmes Mines ParisTech, 60 boulevard Saint Michel, 75272 PARIS Cedex 06

Courriels : deschaud@mines-paristech.fr, francois.goulette@mines-paristech.fr

Dans le cadre du projet VIZIR (SARI, PREDIT), les laboratoires CAOR (Mines ParisTech) et ERA « Méthodes Optiques » du LRPC de Strasbourg ont développé et mis au point une méthode de calcul de la visibilité géométrique des routes, basée sur deux éléments : la modélisation 3D de la route avec un système prototype de cartographie mobile, appelé « LARA-3D » (CAOR), et un logiciel dédié appelé « Qt-Ballad » permettant de calculer les distances de visibilité requises par les règles de l'art et de les comparer aux distances de visibilité offertes par le modèle (LRPC Strasbourg) [CHA07]. L'amélioration des modèles 3D a été poursuivie dans le cadre du projet DIVAS (PREDIT) en cours. Dans notre exposé, nous détaillerons la chaîne de traitement mise en place pour la production des modèles 3D de routes, et les améliorations apportées pour répondre aux besoins de l'application visée.

LARA-3D est une plateforme de cartographie mobile développée par Mines ParisTech [GOU06]. Il s'agit d'un véhicule géo-localisé avec un scanner laser embarqué permettant la construction de modèles 3D d'environnements. Le véhicule est un prototype équipé de capteurs de positionnement (une centrale inertielle et un GPS), d'un capteur télémétrique (un scanner laser IBEO) et de capteurs photogrammétriques (des caméras Marlin et Pike).

A partir des données GPS/centrale inertielle, le véhicule est tout d'abord géo-localisé de long de son itinéraire. Les points mesurés par le scanner laser sont ensuite géo-référencés pour produire un nuage de points 3D de l'environnement traversé. On obtient ainsi une couverture des routes et de l'environnement proche (bâtiments, végétation) sous la forme d'un nuage de points 3D dense. A partir de ces données, un premier algorithme de post-traitement enlève les artefacts (voitures sur la route) pouvant fausser le calcul de

distance de visibilité. Un deuxième traitement va consister à diminuer le volume des données (1 million de points pour 100m) pour la construction d'un maillage le plus fidèle à la vérité terrain et avec le minimum de triangles pour accélérer les calculs de visibilité.

Références :

[CHA07] P. Charbonnier, F. Goulette, N. Philipps, S. Blaes, C. Bertoncini, X. Brun, « Mesure de la visibilité géométrique à partir d'un modèle 3D de la route et de son environnement proche », Livrable Action 1.2 document B, Consortium VIZIR, projet PREDIT SARI, 2007.

[GOU06] F. Goulette, F. Nashashibi, I. Abuhadrous, S. Ammoun, C. Laugeau, « An Integrated On-Board Laser Range Sensing System for On-The-Way City and Road Modelling ». Int Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol 34, Part A.

III.4 Saillance

Estimation de la saillance de la signalisation verticale dans les images routières

Ludovic Simon, Jean-Philippe Tarel, Roland Brémond

Université Paris-Est, LEPSiS, unité mixte LCPC-INRETS

La signalisation routière a un rôle qui n'est plus à démontrer pour la sécurité routière. Or, tous les panneaux ne sont pas vus par tous les conducteurs, en dépit du fait que l'ingénieur et le gestionnaire fabriquent et disposent les panneaux de manière à ce qu'ils soient saillants. Nous proposons un modèle permettant l'estimation automatique de la saillance de la signalisation verticale dans les images routières par traitements d'images. Nous détaillerons comment nous calculons la saillance de recherche d'un objet défini par apprentissage.

A partir d'une expérience d'oculométrie cognitive, l'étude statistique a montré que le modèle que nous proposons est corrélé avec le comportement de l'utilisateur en situation proche de la conduite, ce qui prouve sa pertinence.

Nous présenterons également les applications visées, à partir d'une caméra embarquée dans un véhicule, tel le diagnostic automatique de la signalisation verticale le long des réseaux routiers, et l'utilisation de cette mesure dans un système d'assistance à la conduite.

Localisation / reconnaissance de piétons intégrant une approche de perception cognitive.

F. Chausse¹, L. Ngako Pangop², S. Cornou², R. Chapuis¹

1 : LASMEA, univ. B. Pascal, Clermont-Fd

2 : Driving Assistance R&AE, RENAULT Technocentre

De nombreux travaux sont orientés vers la détection / suivi d'objets dans les scènes. La combinaison d'informations peut être une des manières de traiter le problème en partageant l'observabilité des acteurs de la scène entre les divers capteurs. Un suivi dynamique accompagne généralement ce type d'approche fondé sur une représentation d'état de l'espace scène. Souvent aussi une information de pertinence est associée à chaque acteur (probabilité qu'un objet donné soit bien celui que l'on attend). La visibilité d'un objet dépend non seulement de ses attributs, du capteur qui l'observe mais aussi de l'information portée à chaque instant. Ainsi, un objet n'évoluant pas dans une scène, est observé sans apport réel d'information. Le travail présenté ici a pour objectif de répondre à la problématique de détection, reconnaissance et suivi d'objets (des piétons) dans une scène changeante en temps réel.

L'approche proposée est multi-sensorielle : elle associe une caméra vidéo et un télémètre LASER à quatre plans auxquels s'ajoutent des informations proprioceptives (odomètre et vitesse angulaire de lacet). Cet

ensemble est embarqué à bord d'un véhicule. Les capteurs extéroceptifs sont orientés vers l'avant. Le thème de la visibilité est abordé ici de manière particulière et sous deux aspects. D'une part en considérant des zones d'intérêt dans lesquelles il est « intéressant » (au sens de l'application) de reconnaître un piéton. D'autre part en associant à chaque cible détectée un indice de vraisemblance qui, dans le cadre d'un processus cognitif bayésien, conduit à décider si cette cible peut être visible (au sens de reconnue, perçue) ou non en tant que piéton. Ce formalisme permet de fiabiliser le processus de reconnaissance en assurant une meilleure cohérence des informations.