



Projet G2

Aide Visuelle pour la Prévention des Sorties de Route

Fonction "Sorties de Route"

Participants :

Daniel R Mestre, DR CNRS

Sylvain Durand, CDD Protisvalor, Université de la Méditerranée

Collaborations: Franck Mars (IRCCyN, Nantes), Fabrice Vienne, Stéphane Espié (INRETS, Arcueil)

	Titre :	Aide visuelle pour la prévention des sorties de route
	Date :	15/12/2003
	Rédacteur :	Daniel Mestre
	Version :	V1.0
	Référence :	n° de référence
	Type :	Rapport Annuel 2003
	Thème / fonction :	Fonction sorties de route
partenaire ARCOS	Fichier :	8 pages

ARCOS	Aide visuelle pour la prévention des sorties de route	Version : V1.0
Sortiesde Route		Date : 15/12/2003

1. Objectifs

Si l'on accepte l'idée selon laquelle l'information sensorielle utilisée par un conducteur est essentiellement visuelle (Hills, 1980), le problème reste en grande partie encore posé de déterminer quels indices visuels sont utilisés et avec quelle précision le conducteur les perçoit. Le problème est particulièrement sensible lorsque l'on cherche à fournir au conducteur des aides visuelles destinées à augmenter la sécurité de la conduite. Nous nous concentrons ici sur la prise de virage.

Nous partons du présupposé général que le flux optique (mouvement apparent des objets de l'environnement lié à notre propre déplacement) est utile dans ce contexte. Il existe cependant dans ce flux optique "global" (qui semble lié à des mécanismes d'orientation spatiale) des sources d'informations locales, qui semblent des candidats potentiels intéressants dans le cas qui nous préoccupe (Wann & Land, 2000).

En 1966 déjà, Gordon (1966) notait que, lorsque la trajectoire d'un véhicule est alignée avec la géométrie de la route, chaque point du bord de la route se retrouve (au cours du temps) sur la position angulaire occupée précédemment par un autre point du bord de la route. Il notait que dans ce cas, visuellement, la route présente une stabilité apparente (cf. figure 1). Cet état de stabilité apparente correspond à ce que Gibson appelait une variable "d'ordre supérieur". Il apparaît ainsi que le conducteur pourrait, dans le flux optique global, rechercher une immobilité visuelle des bords de la route. Des travaux récents ont confirmé l'idée de l'utilisation d'information locale et de points singuliers dans le flux optique. Ainsi, utilisant des techniques d'enregistrement des fixations oculaires lors de tâches réelles de conduite, Land & Lee (1995) ont montré que, lors de la négociation d'une courbe, les yeux ont tendance à fixer un point particulier du bord intérieur de la route (voir figure 1). Ce point (qu'ils nomment le point tangent) correspond à ce qu'en langage courant on nomme la "corde", et correspond au point où la courbure de l'intérieur de la courbe s'inverse. Il correspond aussi, en regard du flux optique, à un point pour lequel la vitesse angulaire change de direction et passe par une valeur nulle.

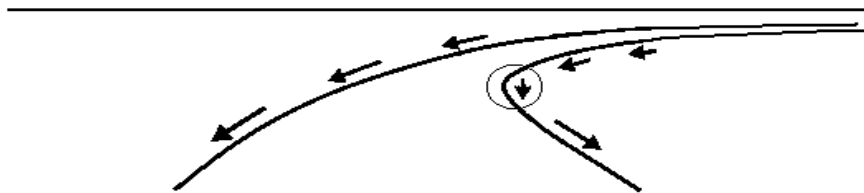


Figure 1. Lors de la négociation d'une courbe, les conducteurs ont tendance à fixer une région (entourée) sur le bord intérieur de la route. Cette zone particulière correspond à l'endroit où la courbure de la route s'inverse (la corde) et où la composante horizontale de la vitesse angulaire des points du flux optique s'inverse, en passant par une valeur nulle (lorsque la trajectoire du conducteur est alignée avec la courbure de la route). On peut alors concevoir que les mouvements apparents de ce point particulier pourraient être utilisés par le conducteur pour contrôler sa trajectoire par rapport à la géométrie de la route.

L'objectif général de notre travail est donc d'étudier comment une stratégie perceptive "naturelle" peut ici être utilisée pour définir une aide visuelle de contrôle de trajectoire en virage

2. Méthode

A partir des données et analyses présentées ci-dessus, nous avons donc fait l'hypothèse que la stratégie de fixation oculaire spontanément utilisée par les conducteurs correspondait à une optimisation de la prise d'information. En d'autres termes, l'hypothèse est que la perception de la direction du déplacement, relativement à la structure de l'environnement, est optimale lorsque le sujet fixe le point tangent. L'analyse du flux optique révèle en effet que toute déviation de la trajectoire du sujet va s'exprimer par la présence d'un mouvement visuel autour du point tangent. Lorsque le regard s'éloigne du point tangent, les vitesses angulaires de plus en plus rapides du flux optique rendront plus difficile la perception des effets visuels de la déviation de trajectoire.

Des expérimentations utilisant des méthodes psychophysiques de recherche de seuils perceptifs ont en effet permis de montrer la validité de ce modèle (Mestre, 2001, cf. figure 2).

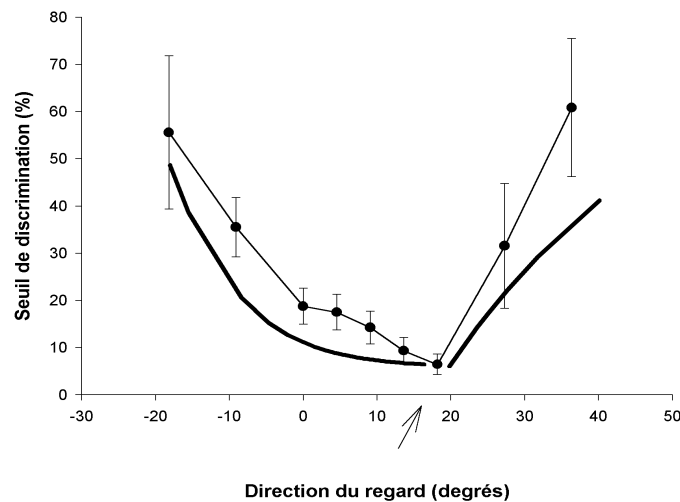


Figure2. Représentation des seuils de discrimination de la courbure chez 4 sujets. Le seuil de discrimination est minimal lorsque le sujet regarde le point tangent (flèche) du tunnel, et s'élève rapidement lorsqu'il regarde les bords du tunnel. Ce pattern est correctement approché par un modèle (trait épais) qui prédit l'élévation des seuils à partir de l'analyse des vitesses du flux optique.

ARCOS	Aide visuelle pour la prévention des sorties de route	Version : V1.0
Sorties de Route		Date : 15/12/2003

Ces résultats ont été obtenus en condition de perception passive, avec des temps de présentation de l'information visuelle très court et une fixation du regard.

Nous allons à présent chercher à valider ceux-ci en situation de conduite simulée. L'idée directrice du travail est de coupler une analyse du comportement oculomoteur des "conducteurs" avec une mesure du caractère dangereux d'une trajectoire, mesuré principalement par une mesure "on-line" du temps de sortie de la trajectoire des limites de la route (TLC). La recherche des valeurs-limites combinées de ces deux facteurs permettra de définir la mise en œuvre d'une aide visuelle destinée à ramener le regard du conducteur vers le point de corde, afin d'améliorer la qualité du contrôle.

3. Résultats Actuels

a. Développement du simulateur

Le simulateur fourni par l'INRETS et la Société FAROS a été livré fin Mars 2003 et a demandé un temps conséquent avant de devenir opérationnel. Son implantation finale a été réalisée fin Septembre 2003.

Nous avons dans un premier temps effectué des essais de contrôle de trajectoire sur un premier circuit, composé de virages de différents rayons de courbure.

Tout le travail de développement du simulateur (interfaçage avec l'INRETS en particulier), hardware et software a été pris en charge par Mr Sylvain Durand, CDD affecté au projet ARCOS au sein de l'UMR Mouvement et Perception, en collaboration étroite avec S. Espié et son équipe.

b. Développement du programme de traitement

Parallèlement, un programme de traitement des performances de conduite a été développé sous Matlab, par Sylvain Durand.

Le programme « MatLab » développé a pour but d'analyser et de visualiser l'évolution des différents paramètres décrivant les trajectoires suivies par les sujets au cours des simulations, tout en tenant compte des caractéristiques du circuit sur lequel s'est effectuée la simulation. Ce programme utilise donc les fichiers INRETS issus du fonctionnement du simulateur :

- fichier « .var » qui décrit la trajectoire au cours du temps grâce à plusieurs paramètres.
- fichier « .xyz » qui décrit la topographie du circuit.

ARCOS	Aide visuelle pour la prévention des sorties de route	Version : V1.0
Sorties de Route		Date : 15/12/2003

A partir de ces fichiers INRETS, les « scripts, fonctions et gui MatLab » développés vont donc servir à :

- calculer de nouveaux paramètres relatifs à la trajectoire suivie au cours de la simulation (à partir de ceux déjà enregistrés dans le fichier « .var » et des caractéristiques du circuit).
- filtrer ces paramètres enregistrés et calculés relatifs à la trajectoire, pour éliminer le bruit.
- tracer des graphiques spécifiques afin de visualiser l'évolution de paramètres en fonctions d'autres paramètres ou en fonction du temps.
- lire, d'enregistrer et modifier les fichiers (« .var ») contenant ces paramètres, pour créer de nouveaux types de fichiers (ASCII) dans les quels seront conservés uniquement les données pertinentes.

Les sources de ce programme sont évidemment disponibles. Le programme est lui-même en constante évolution. Nous avons en particulier développé différents algorithmes de calcul des temps de sorties (TLC).

c. Etude des mouvements oculaires

Le dernier aspect du développement actuel a été de permettre d'enregistrer la direction du regard du "conducteur" durant la tâche de conduite sur le simulateur.

Nous utilisons pour cela un oculomètre vidéographique disponible dans le laboratoire "Mouvement et Perception" (système EYELINK, SMI, germany).

Nous parvenons actuellement à synchroniser temporellement les enregistrements des mouvements oculaires avec le déroulement d'un scénario de conduite sur le simulateur. On peut de même calibrer la direction du regard dans la scène visuelle, en particulier calculer la position du regard par rapport à des points singuliers de l'environnement visuel, tels que le point de corde évoqué ci-dessus (figure 3).

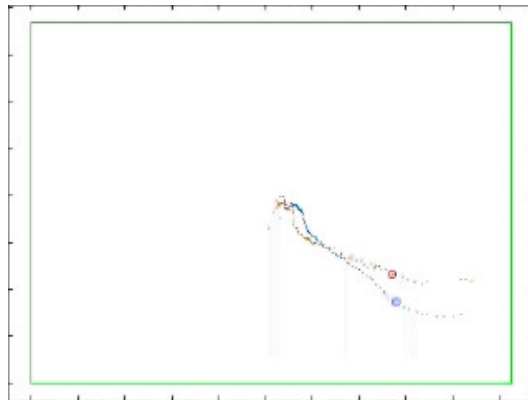


Figure 3. Représentation de l'évolution de la position du point de corde (en bleu) et de la position du regard (en rouge), au cours de la prise d'un virage.

ARCOS	Aide visuelle pour la prévention des sorties de route	Version : V1.0
Sortiesde Route		Date : 15/12/2003

4. Perspectives

Les perspectives à court terme sont donc maintenant de passer en phase expérimentale, avec une première étude qui doit commencer en Janvier, et qui aura pour but de tester l'effet de la figuration du point de corde dans la simulation sur 1) les stratégies de fixation oculaires en virage 2) les performances de contrôle de trajectoire et 3) les interactions entre les deux premiers points. Nous comparerons donc des situations dans lesquelles le point de corde est figuré à des situations dans lesquelles il ne l'est pas (figure 3). Les expérimentations sont réalisées en collaboration avec Franck Mars (Projet I, IRCCyN, Nantes. Le travail de programmation graphique de représentation du point de corde a été réalisé par F. Vienne (Inrets, Arceuil).



Figure 4. Représentation d'une situation de prise de virage, dans laquelle le point de corde (mobile dans la scène routière en fonction de la trajectoire suivie par le "conducteur") est représenté par une borne bleue).

ARCOS	Aide visuelle pour la prévention des sorties de route	Version : V1.0
Sortiesde Route		Date : 15/12/2003

Le circuit sur lequel nous effectuerons les essais est constitué d'une succession aléatoire de virages avec des rayons de courbure allant de 50 à 500 mètres (figure 4).

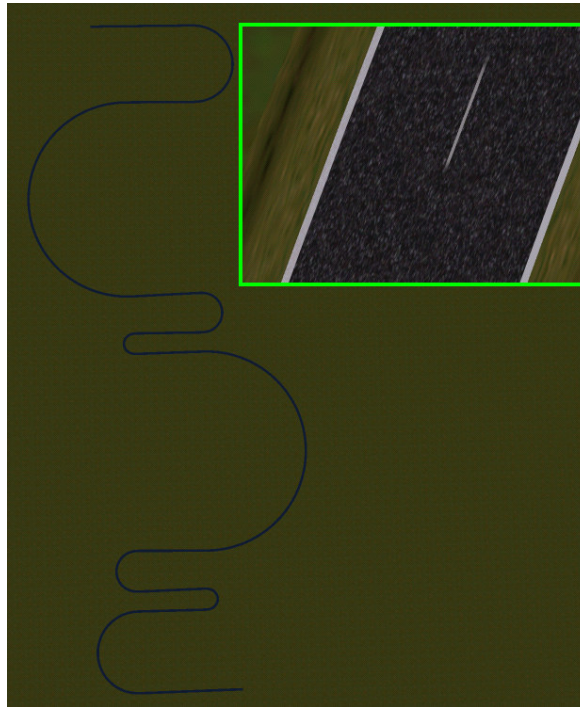


Figure 4. Le circuit expérimental est défini comme une succession de virages avec des lignes droites de liaison. Les bords de route sont toujours continus, la ligne centrale est pointillée. La consigne qui sera donnée aux "conducteurs" sera de rester dans leur file (à droite de la route).

Cette première expérimentation visera donc à vérifier le rôle positif d'une figuration du point de corde pour le contrôle de trajectoire.

Dans une phase ultérieure, nous chercherons à valider l'idée de faire figurer le point de corde si et seulement si l'analyse de la direction du regard et du temps de sortie (TLC) sont en dehors de limites de sécurité, dont les valeurs seront pour partie dérivées d'un modèle en cours de développement, et pour partie issues d'expérimentations sur le simulateur.

Enfin, nous chercherons à implanter un prototype d'aide visuelle dans un véhicule réel. Une étape vers ce but pourra être des essais sur simulateur réalisés sur un modèle du circuit de Satory (LIVIC).

ARCOS	Aide visuelle pour la prévention des sorties de route	Version : V1.0
Sortiesde Route		Date : 15/12/2003

Références.

Durand S (2001). Perception visuelle des caractéristiques de son propre déplacement. L'effet de l'orientation du regard dans un flux optique. Mémoire de DEA de Neurosciences. Université d'Aix-Marseille III.

Gordon, DA (1966). Perceptual mechanisms in vehicular guidance. *Public Roads*, 34, 53-68.

Hills, BL (1980). Vision, visibility and driving. *Perception*, 9, 183-216.

Land, M. & Lee, DN (1995). Which parts of the road guide steering? *Nature*, 377, 339-340.

Mestre, DR (2001). Dynamic evaluation of the useful field of view in driving. Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design, Snowmass Village at Aspen, Colorado USA, August 14- 17, 2001. Proceedings of Driving Assessment 2001, University of Iowa, pp 234-239.

Mestre, DR., Durand, S. (2001). Flow matters. ARVO Annual meeting, Fort Lauderdale, Florida, 29 April-4 May 2001. *Investigative Ophthalmology and Visual Sciences*, 42, 4977.

Mestre, DR., Masson, G. (2000). To know where you're heading, better look where you're going. ARVO Annual Meeting, Fort Lauderdale, Florida, 30 April- 5 May 2000. *Investigative Ophthalmology and Visual Sciences*, 41.

Wann, J & Land, M (2000). Steering with or without the flow: Is the retrieval of heading necessary. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 319-324.