

Minimisation L^1 de la consommation d'une voiture

Ouazna OUKACHA

Université de Toulon, France

Nicolas BOIZOT

Université de Toulon, France

Mots-clefs : Optimisation L^1 , Contrôle optimal, Principe du maximum de Pontryagin, Régularité.

Cette étude porte sur un problème d'optimisation de la consommation énergétique d'une voiture le long d'un trajet. Nous exploitons le modèle simple d'un véhicule circulant sur une route vue comme un plan (position, hauteur), le profil de la route étant spécifié par une fonction. Contrairement à ce qui est fait dans d'autres travaux, par exemple [2, 4], la dynamique interne du moteur n'apparaît pas dans ce modèle, mais est prise en compte au niveau du coût par le biais d'une fonction de rendement. Le coût est établi en reliant le travail absolu de la variable de contrôle à l'énergie dépensée grâce à la fonction de rendement mentionnée plus haut. Par conséquent, le coût considéré est non-lisse, par rapport au contrôle et certaines composantes de l'état, ce qui nous rapproche de travaux tels que [1, 5].

Ce problème général se décompose en de nombreux sous-problèmes : forme de la route, avec ou sans frottements, temps final libre ou fixe, etc. Nous présentons ici les résultats obtenus en considérant une route plane et des frottements proportionnels à la vitesse du véhicule. Des résultats partiels pour un type de route non-plane sont aussi présentés. Nous montrons que le sous-problème énoncé ci-dessus n'admet pas de solution lorsque le temps final est libre, et proposons donc une résolution en temps fixe.

L'outil principal utilisé dans cette étude est le principe du maximum de Pontryagin [3]. Nous présentons un résultat portant sur la régularité du contrôle, ainsi qu'une analyse des extrémales anormales, normales et des arcs extrémaux singuliers. Pour finir, nous exhibons la solution du problème de contrôle optimal considéré.

Références

- [1] F. H. CLARKE, YU. S. LEDYAEV, R. J. STERN, P. R. WOLENSKI, *Nonsmooth Analysis and Control Theory.*, Graduate texts in mathematics Springer-Verlag, New-York, Berlin, Heidelberg, 1998.
- [2] H. T. LUU, *Développement de méthodes de réduction de la consommation en carburant d'un véhicule dans un contexte de sécurité et de confort : un compromis entre économie et écologie*, Ph. D. Thesis, Université d'Evry-Val-d'Essonne, 2011.
- [3] L. S. PONTRYAGIN, V. G. BOLTYANSKII, R. V. GAMKRELIDZE, E. F. MISHCHENKO, *Encyclopedia of Mathematical Sciences, Mathematical theory of optimal processes*, John Wiley and Sons, New York-London- Sydney, 1962.
- [4] K. D. SEBESTA, *Optimal Observers and Optimal Control-Improving Car Efficiency with Kalman and Pontryagin*, Ph. D. Thesis, University of Luxembourg, and University of Burgundy, 2010.
- [5] G. VOSSEN, H. MAURER, *Optim. Control Appl. Meth.*, **27**, pp. 301-321. *On L^1 -minimization in optimal control and applications to robotics*, 2006.