

PROPOSTA DE TEMA DE MESTRADO

Controle de tráfego rodoviário baseado no conceito de platitudo diferencial

Proponentes: **Rodrigo Castelan Carlson** e **Hector Bessa Silveira**
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Automação e Sistemas
Universidade Federal de Santa Catarina
3 de Julho de 2015

- **Área de concentração:** controle
- **Início:** agosto/2015
- **Previsão de término:** fevereiro/2017

1 Contextualização

Congestionamentos no tráfego são um dos maiores problemas da sociedade moderna. Os congestionamentos em rodovias têm dois efeitos detrimenais na eficiência do sistema de tráfego [1]:

1. Queda de capacidade: congestionamentos ocorrem em gargalos do sistema viário e estes passam a operar com uma capacidade até 20% mais baixa do que a capacidade nominal da rodovia naquele ponto;
2. Bloqueio de rampas de saída: a fila formada pelo congestionamento cresce à montante do gargalo e bloqueia rampas de saída da rodovia, provocando atrasos a veículos que sequer passariam pelo gargalo.

Para evitar ou postergar a formação de congestionamentos em rodovias e seus efeitos detrimenais, diversas técnicas de gerenciamento e controle do fluxo de tráfego foram propostas na literatura [1]. Destacamos entre elas aquelas baseadas em técnicas de controle linear como a estratégia ALINEA [2, 3] para controle de acesso, estratégias para orientação de rotas [4] e controle do fluxo principal por uso de limites de velocidades variáveis [5, 6], bem como a integração de controle de acesso e de controle de fluxo principal [7].

Em outra frente, pesquisadores exploraram o conceito de platitudo diferencial e projetaram controladores para controle de acesso [11, 13–15], orientação de rotas [8, 12], controle do fluxo principal [9] e integração de controle de acesso e limites de velocidade variáveis [10].

2 Descrição do Problema a ser Pesquisado e Objetivos

Os trabalhos citados anteriormente baseados em platitudo diferencial não esgotaram o tema e a ideia é revisitar-lo com os seguintes objetivos:

1. propor projetos alternativos baseados em platitudo diferencial;

2. trabalhar inicialmente com uma malha viária de teste e a seguir com uma malha viária de larga escala baseada numa infraestrutura real — ver [7, 16, 18] — com o simulador METANET [20] (os trabalhos citados baseados em platitudo diferencial se limitaram a malhas pequenas);
3. comparar as estratégias baseadas no conceito de platitudo diferencial com as estratégias de controle linear propostas em [4–7] (os trabalhos citados baseados em platitudo diferencial se limitaram a comparações apenas no caso de controle de acesso com a estratégia ALINEA [2]); e
4. comparar o desempenho das estratégias propostas com o desempenho da estratégia de controle ótimo oferecida pela ferramenta AMOC [16, 17, 19].

3 Metodologia

Para a realização do trabalho, as etapas mais importantes são:

1. familiarização com o simulador METANET, com a ferramenta AMOC e com as técnicas de controle linear e controle de tráfego;
2. estudo de platitudo diferencial e controle baseado em platitudo diferencial;
3. modelagem do sistema e projeto de controladores;
4. implementação dos controladores no simulador;
5. simulação e análise dos resultados; e
6. escrita da dissertação, artigo científico e defesa.

3.1 Cronograma

O trabalho será dividido nas seguintes etapas:

1. **Etapa 1:** METANET, AMOC e tráfego. **Período:** agosto/2015 a dezembro/2015;
2. **Etapa 2:** Platitudo diferencial. **Período:** agosto/2015 a dezembro/2015;
3. **Etapa 3:** Modelagem e projeto. **Período:** janeiro/2016 a junho/2016;
4. **Etapa 4:** Implementação. **Período:** maio/2016 a agosto/2016;
5. **Etapa 5:** Simulação. **Período:** julho/2016 a dezembro/2016;
6. **Etapa 6:** Dissertação e defesa. **Período:** outubro/2016 a fevereiro/2017.

Etapa	2015		2016						2017
	set-out	nov-dez	jan-fev	mar-abr	mai-jun	jul-ago	set-out	nov-dez	jan-fev
1									
2									
3									
4									
5									
6									

4 Perfil do candidato

Para a realização adequada do trabalho o candidato deve, preferencialmente:

- ter interesse pelo problema de tráfego rodoviário;
- ter habilidades de programação (serão usadas as linguagens C e C++); e
- ter cursados as disciplinas da área de controle.

5 Resultados

Os principais resultados esperados para este trabalho de mestrado são:

- domínio dos conceitos básicos de engenharia de tráfego rodoviário e aplicações de técnicas de controle automático para o controle e gerenciamento do tráfego rodoviário;
- maturidade no projeto e implementação de técnicas de controle;
- estratégias de controle de tráfego rodoviário;
- formação de recursos humanos em área estratégica (Sistemas Inteligentes de Transportes); e
- divulgação técnico/científica dos resultados e conclusões em seminário específico sobre o tema do trabalho e em periódicos e congressos nacionais e internacionais.

Referências

- [1] M. Papageorgiou and A. Kotsialos. Freeway Ramp Metering: an Overview. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 3(4):271–281, 2002.
- [2] M. Papageorgiou, H. Haj-Salem, and J. M. Blosseville. ALINEA: a local feedback control law for on-ramp metering. *Transportation Research Record*, 1320:58–64, 1991.
- [3] M. Papageorgiou, H. Hadj-Salem, and F. Middelham. ALINEA Local Ramp Metering: Summary of Field Results. *Transportation Research Record*, 1603(1):90–98, January 1997.
- [4] Yannis Pavlis and Markos Papageorgiou. Simple Decentralized Feedback Strategies for Route Guidance in Traffic Networks. *Transportation Science*, 33(3):264–278, August 1999.
- [5] R. C. Carlson, I. Papamichail, and M. Papageorgiou. Local Feedback-based Mainstream Traffic Flow Control on Motorways Using Variable Speed Limits. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 12(4):1261–1276, 2011.
- [6] Rodrigo C. Carlson, Ioannis Papamichail, and Markos Papageorgiou. Comparison of Local Feedback Controllers for the Mainstream Traffic Flow on Freeways Using Variable Speed Limits. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 17(4):268–281, October 2013.

- [7] Rodrigo Castelan Carlson, Ioannis Papamichail, and Markos Papageorgiou. Integrated feedback ramp metering and mainstream traffic flow control on motorways using variable speed limits. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 46: 209–221, September 2014.
- [8] Hirsh Majid, Hassane Abouaissa, Daniel Jolly, and Gildas Morvan. Advanced control for real-time dynamic traffic routing problem. In *Proceedings of 2013 International Conference on Industrial Engineering and Systems Management*, pages 1–8, Rabat, October 2013. IEEE.
- [9] H. Abouaissa, V. Iordanova, and Daniel. Flatness based control of traffic flow. pages 1060–1065. IEEE, 2006.
- [10] Boumediene Kamel, Amar Benasser, and Daniel Jolly. Flatness Based Control of Traffic Flow for Coordination of Ramp Metering and Variable Speed Limits. pages 838–843. IEEE, October 2008.
- [11] Vesela Dryankova, Hassane Abouaissa, and Daniel Jolly. High order sliding mode control for real-time ramp metering. pages 1–6. IEEE, March 2011.
- [12] Hirsh Majid, Hassane Abouaissa, Daniel Jolly, and Gildas Morvan. Real-time dynamic traffic routing using variable structure control. pages 1278–1283. IEEE, October 2013.
- [13] Hassane Abouaissa, Vesela Dryankova, and Daniel Jolly. Real-Time Ramp Metering: High-Order Sliding Mode Control and Differential Flatness Concept. *International Journal of Automation and Control Engineering*, 2(4):151–160, November 2013.
- [14] Violina Iordanova, Hassane Abouaissa, and Daniel Jolly. In Chung Myung, editor, *Proceedings of The 17th IFAC World Congress*, pages 13046–13051, Seoul, Korea, July 2008. IFAC.
- [15] Vesela Dryankova, Hassane Abouaissa, Daniel Jolly, and Habib Haj-Salem. Traffic network ramp metering based on High Order Sliding Mode and flatness approaches: A case study. pages 274–280. IEEE, May 2011.
- [16] R. C. Carlson, I. Papamichail, M. Papageorgiou, and A. Messmer. Optimal motorway traffic flow control involving variable speed limits and ramp metering. *Transportation Science*, 44(2):238–253, March 2010.
- [17] R. C. Carlson, I. Papamichail, M. Papageorgiou, and A. Messmer. Optimal Mainstream Traffic Flow Control of Large-scale Motorway Networks. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 18(2):193–212, April 2010.
- [18] Rodrigo Castelan Carlson, Ioannis Papamichail, and Markos Papageorgiou. Mainstream Traffic Flow Control on Freeways Using Variable Speed Limits. *TRANSPORTES*, 21(3):56–65, November 2013.
- [19] A Kotsialos, M. Papageorgiou, M. Mangeas, and H. Haj-Salem. Coordinated and Integrated Control of Motorway Networks via Non-linear Optimal Control. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 10(1):65–84, February 2002.
- [20] A. Messmer and M. Papageorgiou. METANET: a Macroscopic Simulation Program for Motorway Networks. *Traffic Engineering and Control*, 31(8):466–470, 1990.