

## PROPOSTA DE TEMA DE MESTRADO

# Controle de tráfego rodoviário com baixas taxas de atualização da entrada de controle

Proponentes: **Hector Bessa Silveira** e **Rodrigo Castelan Carlson**  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Automação e Sistemas  
Universidade Federal de Santa Catarina  
10 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].

## 2 Descrição do Problema a ser Pesquisado e Objetivos

As estruturas de controle de tráfego são geralmente implementadas em computadores. Uma prática comum é projetar controladores discretos baseados em modelos em tempo discreto. No entanto, um problema em aberto na literatura é como determinar uma estrutura de controle que permita que as entradas de controle sejam atualizadas a taxas relativamente baixas, mas que ainda assim assegurem um bom desempenho em malha fechada. Soluções para tal problema de controle são altamente relevantes em termos práticos, pois permitiriam diminuir os custos das estruturas de controle de tráfego e possibilitariam que uma única estrutura de controle gerenciasse o tráfego em vários diferentes setores de uma mesma rodovia, por exemplo.

O objetivo geral do presente projeto de mestrado é a investigação de estruturas de controle de tráfego em que as entradas de controle são atualizadas a taxas relativamente baixas. Os objetivos específicos são:

1. estudar a técnica de controle proposta em [8] para aplicá-la em problemas de gerenciamento de tráfego com entradas de controle atualizadas a baixas taxas;
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, 9, 10] — com o simulador METANET [11] (os trabalhos citados baseados em platidade diferencial se limitaram a malhas pequenas);
3. comparar a estratégia proposta em [8] com técnicas de controle preditivo baseada em modelo (MPC) em problemas de gerenciamento de tráfego com entradas de controle atualizadas a baixas taxas.

### 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 de tráfego;
2. estudo da técnica de controle desenvolvida em [8]
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:** Estudo do trabalho [8]. **Período:** agosto/2015 a dezembro/2015;
3. **Etapa 3:** Modelagem e projeto. **Período:** janeiro/2015 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 linear e não-linear.

## 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] H. B. Silveira, H. M. Silveira, P. S. Pereira da Silva, and D. J Pagano. A computer control method for a general class of nonlinear systems with low sampling rates. Congresso Brasileiro de Automática (CBA), 2012.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] A. Messmer and M. Papageorgiou. METANET: a Macroscopic Simulation Program for Motorway Networks. *Traffic Engineering and Control*, 31(8):466–470, 1990.