

PTC 2530 (2531) - LABORATÓRIO DE PROJETO DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE I (II)

Orientador: Diego Colón

Robótica Móvel e Robótica de Enxame (“swarm robotics”)

A robótica móvel vem se tornando cada vez mais uma realidade no dia a dia das pessoas (e já é em muitos outros ambientes, como em plantas industriais avançadas). Robôs aspiradores, limpadores de piscinas e de vidros já estão disponíveis comercialmente. O objetivo deste projeto é propor controlar, simular e construir (não todas necessariamente) sistema de robôs móveis e/ou enxames de robôs com aplicações domésticas e/ou industriais. O projeto de TCC pode envolver os seguintes tópicos, uma combinação deles:

- Inteligência de enxame, algoritmos de mapeamento e localização, controle de formação do enxame.
- Sensoreamento e integração de sensores para robôs móveis e enxames, visão computacional.
- Programação/implementação de algoritmos em robôs cooperativos em ambientes de simulação.
- Construção de pequenos robôs cooperativos, envolvendo controle do movimento, orientação e comunicação sem fio entre eles.
- Outros tópicos relacionados que os alunos vierem a propor.

Modelagem e Controle de Sistema Automotivos

Vários sistemas de controle são usados em automóveis hoje, sendo que a tendência é que este número aumente, com o advento de veículos autônomos (sem motorista) e estradas inteligentes. O objetivo do projeto de TCC é construir modelos matemáticos / computacionais (em MATLAB, por exemplo) que possam auxiliar no projeto de sistemas de controle e monitoração automotivos integrados. Deseja-se que os modelos possam refletir acoplamentos que existam entre os sistemas. O projeto do sistema de controle integrado também é desejável, visando maior eficiência. Dentre os sistemas que podem ser modelados/simulados/controlador e integrados, temos:

- Dinâmica longitudinal
- Dinâmica vertical e rolamento
- Suspensão ativa e rodas
- Sistemas de conforto em geral (vibrações)
- Freios e ABS
- Injeção eletrônica
- Trem de potência

- Direção e dinâmica de guinada (yaw).

Veículos Autônomos

Os veículos autônomos já estão em fase de testes em muitos países, como, por exemplo, os veículos desenvolvidos pela Google, que estão operando em ambientes onde os demais agentes (automóveis e outros veículos) são operados por pessoas. Ademais, toda a infraestrutura atende estes tipos de veículos. Em outros casos, como os sistemas de estacionamento automáticos, já estão disponíveis em automóveis de luxo. Um cenário possível para o futuro é uma situação onde haverá veículos autônomos convivendo com os operados por humanos, completa ou parcialmente, onde haverá comunicação entre os veículos (trocando informações ou até mesmo cooperando em forma de enxame). Vários são os subsistemas que devem compor um veículo autônomo (além da infraestrutura do ambiente), dentre os quais:

- 1) Sistemas de roteamento e de navegação
- 2) Sistemas de controle e formação de enxame (para o caso de estradas inteligentes)

O objetivo deste trabalho é propor/modelar/controlar/simular (não todos necessariamente) sistemas de veículos (automóveis) autônomos. Envolve partes dos dois temas propostos acima, porém o ambiente é mais estruturado, pois os automóveis devem andar nas vias próprias, que são previamente conhecidas. A dinâmica do veículo, que é relevante para o controle, é mais complexa do que a de um robô móvel.

Orientador: Felipe Miguel Pait

1 - A revolta da armada e os telegramas de Benham

A revolta da armada contra o governo republicano em 1892 opôs lideranças da Marinha contra a ditadura militar de Floriano Peixoto. As alianças de cada um dos lados não se dividem claramente entre lados ideologicamente distintos, mas a grosso modo monarquistas eram favoráveis aos revoltosos, que tinham força no Sul e no Nordeste; republicanos e jacobinos eram favoráveis ao governo, mais forte no Sudeste; as potências europeias eram simpáticas aos revoltosos; e os EUA, contrários ao bloqueio dos portos, aos republicanos. O episódio, apesar de não se encaixar bem nas historiografias ideológicas, tem aspectos até hoje interessantes. Durante a revolta a baía da Guanabara abrigou uma fração considerável das maiores marinhas de guerra da época, incluindo o encouraçado Aquidaban (o Riachuelo estava na Europa para reparos). Também participou do conflito a 2ª fragata Nictheroy. A revolta terminou com a passagem do poder de um militar para um civil constitucionalmente eleito,

pela 1a vez na história do Brasil e talvez da América Latina, embora o resultado das eleições não fosse realmente contestado.

Há motivos circunstanciais para supor que a diplomacia americana tenha tido papel importante na resolução, mas infelizmente nem o orgulhoso Marechal Floriano nem o lacônico Almirante Saldanha da Gama nos deixaram registros sobre os fatos, e as comunicações entre o Almirante Benham e Washington estão em código, até hoje não decifrado pelo que tenho conhecimento.

O objetivo desse projeto é decifrar as comunicações entre a armada americana e os superiores nos EUA, guardadas nos National Archives em Washington. Com os recursos computacionais disponíveis hoje, deve ser possível esclarecer esse interessante episódio da história nacional. Trabalho prévio: pesquisar se os códigos ainda não foram decifrados (acho que não). Leitura relevante: Steven C. Topik. Comércio e canhoneiras: Brasil e Estados Unidos na Era dos Impérios (1889-97), Companhia das Letras, 2009.

2 - Ambiente de qualidade profissional para simulação de método de controle adaptativo híbrido

Desenvolvemos recentemente um método de controle adaptativo direto utilizando o algoritmo do baricentro para otimização livre de derivadas. Tanto as análises matemáticas como as simulações indicam que o método funciona bem.

Não estou satisfeito com o workflow das simulações usando Matlab-Simulink, embora talvez possa ser adequado para prototipação rápida. É difícil explicar exatamente o que não agrada: a lentidão dos cálculos numéricos, a aparência pouco amigável dos gráficos, a falta de naturalidade da programação em relação aos objetos matemáticos sendo usados, a dificuldade de realizar alterações e sequências de simulações, ou talvez seja mera má vontade minha. Pelo que entendo os profissionais recomendam o uso do Python com extensões como Pylab e Numpy. Outros gostam do Mathematica mas não sei se é práticos simular um sistema híbrido, nem se o uso do pacote chamado SystemModeler é necessário, ou recomendado. Existe também um produto comercial chamado VisSim (<http://www.vissim.com>) que tinha um stand na CDC de 2015 e parece ser um produto eficaz e econômico, talvez seja uma alternativa,

O objetivo do projeto é montar um esquema de simulação para o controle adaptativo híbrido usando software adequado para uso profissional. Software aberto é um ponto positivo. Documentação em LaTeX apenas. Plataforma Unix (Mac, Linux, ou outra) desejável.

3 - Aplicação prática de otimização livre de derivadas

Usar o algoritmo de otimização direta baseado no baricentro complexo para resolver problemas em engenharia química ou correlatas. Os métodos de minimização e maximização de funções usando derivadas e gradientes são bem conhecidos. Em muitas situações práticas temos apenas um oráculo que nos informa o valor da função em pontos determinados. Esse oráculo pode ser por exemplo um experimento ou simulação, cuja execução tem um certo custo ou demora um tempo de execução, e portanto o número de chamadas ao oráculo deve ser minimizado. Algoritmos para otimização direta, sem derivadas, embora menos estudados, são tão ou mais úteis na prática. O objetivo desse projeto é testar um tipo de algoritmo de otimização direta baseado no cálculo do baricentro de uma sequência de respostas fornecidas pelo oráculo.

O algoritmo é novo e está sendo desenvolvido aqui na USP. Há versões aplicáveis para problemas de otimização contínua e também de otimização mista, com variáveis discretas e contínuas. Tudo indica que funciona tão bem ou melhor que os métodos encontráveis na literatura. O entendimento do método é perfeitamente possível para alunos politécnicos.

4 - Cobrança por estacionamento e trânsito de passagem na Cidade Universitária

A prefeitura do campus tem um estudo com dados bem completos sobre trânsito de veículos na Cidade Universitária. Um problema da USP é que oferecemos passagem de graça e estacionamento de graça para todos. Não conheço nenhuma universidade no mundo que gaste tanto com subsídio aos automóveis - qualquer outra universidade cobraria pelo estacionamento e uso das vias, e empregaria os recursos em ensino e pesquisa. A ideia a ser explorada é fazer um estudo para cobrança de estacionamento e tráfego de passagem para ser apresentado à Universidade e à Reitoria, com modelo econômico-financeiro, estudos de engenharia, proposta para sistema de cobrança, embasamento jurídico e tudo mais que seja relevante.

5 - O problema de Lur'e.

A questão aberta mais antiga e importante em controle é a seguinte: dados 2 sistemas dinâmicos estáveis, encontrar uma função de Lyapunov comum para ambos, ou mostrar que não existe.

A história do problema remonta aos anos 1940 com o conceitos de estabilidade absoluta e a conjectura de Aizerman, e ganhou maior importância com os estudos de sistemas chateados e controle híbrido, porém uma resolução do problema ainda não está disponível.

A proposta do projeto é estudar a estabilidade de uma equação diferencial cuja solução fornece a função de Lyapunov comum para 2 sistemas. A dificuldade consiste em que essa equação tem modos estáveis e instáveis, porém ele pode possuir órbitas homoclínicas conectando as variedades estáveis e instáveis. Nesse caso o sistema dinâmico resultante exibe caos, as variedades não são globalmente integráveis, e inexistente a função de Lyapunov buscada. Até esse ponto eu sei. O complicado é descobrir se existem órbitas homoclínicas e caos para um determinado sistema dinâmico. A forma de estudo inclui o uso da técnica de Melnikov e outras.

6 - Robôs fofos.

Para quem quiser construir alguma coisa, recomendo robôs moles ou fofinhos. Não entendo nada do assunto, só sei que é a robótica do futuro.

Em princípio algumas das sugestões que fiz nos anos anteriores ainda estão valendo, mas acho essas 6 acima mais modernas. Se alguém quiser discutir outras ideias por favor me contate!