

Návrh PI(D) regulátoru pro lineární systémy na základě automatického sestrojení oblasti stability

Autor práce: Bc. Marek Pakosta

Diplomová práce se zabývá důkladným rozбором a zejména implementací konkrétní metody stanovení oblasti stability uzavřeného regulačního obvodu vzhledem k parametrům PI(D) regulátoru. Implementovaný postup vychází z metody hraniční křivky (Stability boundary locus) navržené v publikaci (Tan et al., 2006). Metoda je založená na mapování kompletní sady kombinací parametrů regulátoru, pro který má uzavřený regulační obvod kořen na imaginární ose. Vzhledem k vlastnostem lineárních systémů, zejména kontinuity polohy kořenů vzhledem k parametrům, lze tímto způsobem detekovat ucelené oblasti stability/nestability, které dělí právě hraniční křivka. Zásadní komplikací v analýze vzniklé mapy je možnost vzájemného křížení hraniční křivky. Tím mohou vzniknout topologicky komplexní obrazce, které není lehké bezpečně automaticky klasifikovat. Právě touto klasifikací a numerickou detekcí hraniční křivky se zabývá předložená diplomová práce. Je navržena a implementována celá řada algoritmů, která s využitím analyticko – heuristických postupů řeší dílčí úkoly problému. Je nutné ocenit především zvládnutí a zahrnutí nástrojů analytické geometrie a teorie grafů. V tomto směru přináší práce novost i z pohledu teoretického výzkumu.

Práce je zpracována velmi pečlivě, s minimem překlepů a formálních nedostatků. Rozsah textu je úctyhodných 141 stran. Stanovené cíle jsou beze zbytku splněny. Práci lze vytknout příliš široký záběr úvodní kapitoly, definující téměř všechny pojmy teorie lineárních systémů, od přenosů, stability, struktur PID regulátoru, až po syntézu řízení v různých oblastech. Naopak, rešeršní část pokrývající teorii detekce oblastí stability by mohla být širší. Například v teorii řízení systémů se zpožděním je tato metoda hojně využívána - při mapování imaginární osy do oblasti parametrů (včetně zpoždění) totiž nevádí meromorfní charakter přenosových funkcí. Podobně jako u systémů bez zpoždění je ale detekce hranic stability numericky složitá.

Závěr

Z diplomové práce je patrné, že diplomant plně zvládá problematiku návrhu a implementace algoritmů pro syntézu řízení lineárních systémů. Předložená práce je komplexní, svědčí o důkladném porozumění dané problematice, schopnosti abstraktního myšlení a vysoké numericko-programátorské erudici diplomanta, který má ty nejlepší předpoklady nejenom pro inženýrskou, ale i pro vědecko-výzkumnou práci. **Diplomovou práci jednoznačně doporučuji k obhajobě a hodnotím známkou A, výborně.**

Dotazy k obhajobě

1. Proč je práce limitována na stanovení hraničních křivek pro systémy bez zpoždění? Z mého pohledu k tomu není důvod, respektive, rozšíření na systémy se zpožděním je přímočaré.
2. Zejména u systémů vyššího řádu je práce s přenosy komplikovaná. Může dojít k numerickým problémům již při samotném výpočtu koeficientů charakteristické funkce. Jak náročné by bylo metodu rozšířit pro systém ve stavové formulaci?
3. Do jaké míry je opravdu nutné zapojit teorii grafů? Jak je uváděno v práci, většina systémů negeneruje složité hraniční křivky.

V Praze, 4. 6. 2021

prof. Ing. Tomáš Vyhlídal, Ph.D.

Ústav přístrojové a řídicí techniky,

Fakulta strojní, ČVUT v Praze