
Sisteme liniare variante în timp: Analiză calitativă și cantitativă

Ioan-Lucian POPA

Abstract teză abilitare

2020

Rezumat

Această teză de abilitare conține o sinteză a rezultatelor științifice realizate după obținerea titlului de doctor în matematică la Universitatea de Vest din Timișara, în anul 2012.

Teza este organizată în două părți principale.

- Prima parte, care reprezintă partea științifică sintetizează o parte din rezultatele științifice. Începutul îl reprezintă bibliografia personală de la obținerea titlului de doctor în matematică, însumând 35 de articole. Rezultatele prezentate în partea științifică au fost selectate dintre 14 articole de cercetare. Din acestea, multe au fost publicate în reviste ISI, precum Journal of Computational and Applied Mathematics, Mathematical Methods in the Applied Sciences, Applied Mathematics and Computation, Automatica J. IFAC, Journal of The Franklin Institute Engineering and Applied Mathematics.
- A doua parte include un plan privind cercetarea științifică și cariera profesională a autorului.

Diferite probleme fundamentale ale sistemelor liniare variabile în timp (LTV), atât din punct de vedere determinist, cât și stohastic, reprezintă nucleul acestei teze. Realizările principale din această teză urmează două direcții:

- teorie calitativă a sistemelor discrete variabile în timp definite pe semiaxă;
- formularea unor condiții optime de filtrare de tip H_2 pentru sisteme liniare stohastice.

Urmând aceste direcții, partea științifică a acestei teze este organizată în două capitole, care corespund acestor direcții.

Capitolul 1. Sisteme LTV: Abordare deterministă.

Primul capitol este dedicat studiului sistemelor discrete, liniare, variabile în timp definite pe semi-axă. În secțiunea 1.2 este studiată noțiunea de stabilitate exponențială generalizată pentru acest tip de sisteme. Este prezentată cu ajutorul unui exemplu relația dintre conceptul de stabilitate generalizată considerat și cel clasic de stabilitate exponențială uniformă. De asemenea, este prezentată analiza acestui tip de sisteme cu ajutorul șirurilor Lyapunov. Se stabilește, de asemenea, analiza cu ajutorul șirurilor Lyapunov pentru sistemul dual. În secțiunea 1.3 este concentrată atenția pe obținerea unor rezultate similare pentru conceptul de stabilitate exponențială nonuniformă.

În secțiunea 1.4 sunt considerate diferite concepte de splitare exponențială pentru sisteme definite pe semi-axă care nu sunt presupuse a fi inversabile, astfel operatorul de evoluție asociat va fi de asemenea neinvertibil. Aceste concepte se definesc folosind două tipuri de proiectori: invariante și tare invariante. Pentru cazul sistemelor inversabile, conceptele considerate sunt echivalente. De asemenea se evidențiază faptul că aceste concepte sunt diferite chiar și în cazul finit dimensional. În continuare, în subsecțiunea 1.4.2 avem de-a face cu așa numitele

concepte de splitare de tip (h, k) , respectiv în subsecțiunea 1.4.3 cu concepte de tip neuniform. Sunt prezentate caracterizări pentru aceste concepte și sunt prezentate conexiuni între ele. În cele din urmă, în subsecțiunea 1.4.4 sunt oferite caracterizări pentru conceptele neuniforme cu ajutorul funcțiilor Lyapunov pentru cazul general al sistemelor LTV neinvertibile. Ca și caz particular este considerat conceptul de dichotomie exponențială (neuniformă) pentru acest tip de sisteme. În acest fel, este punctat faptul că studiul realizat este asociat doar sistemelor neinvertibile.

Secțiunea 1.5 este dedicată comportamentelor de tip trichotomic. În subsecțiunea 1.5.1, motivat de conceptele de tip generalizat considerate anterior, este introdus conceptul de trichotomie generalizată. Pentru început, este demonstrat faptul că proprietatea de ortogonalitate a proiectoarelor poate fi înlocuită în cazul acestui concept. De asemenea, aceste caracterizări sunt extinse pentru cazul șirurilor de proiectori invarianți. Această subsecțiune se încheie cu o aplicație a acestor condiții pentru sistemul dual. În continuare, în subsecțiunea 1.5.2 sunt prezentate condiții de tip necesar și suficient pentru clasa sistemelor h -trichotomice. În final, în subsecțiunea 1.5.3 este oferit un răspuns pentru o problemă importantă în studiul comportărilor asimptotice ale sistemelor LTV, mai exact, caracterizarea concepului de trichotomie în limbaj de dichotomie. Abordarea noastră se referă la sisteme LTV definite pe semi-axă. Pentru aceasta, este considerat conceptul de (h, k, μ, ν) -trichotomie și este demonstrat cum sistemul poate fi caracterizat cu ajutorul a două sisteme cuplate care admit (h, μ, ν) -dichotomie.

Capitolul 2. Sisteme stohastice LTV: Probleme de filtrare

Secțiunea 2.2 este dedicată unei probleme de filtrare de tip \mathcal{H}_2 pentru o clasă de sisteme periodice în timp continuu cu eșantioane periodice. Clasa filtrelor admisibile este determinată de sisteme deterministe, periodice, cu salturi finite. Soluția optimală a problemei este obținută prin integrarea unor ecuații generalizate de tip Riccati, cu salturi finite. Pentru a ilustra probleme de filtrare propusă, este considerată în subsecțiunea 2.2.1 o problemă de monitorizare (field monitoring) unde senzorii sunt distribuiți pe o regiune dreptunghiulară pentru a estima starea unui proces de difuzie. Este presupus că senzorii și filtrul comunică printr-un canal de comunicare și acesta este supus la anumite constrângeri. În cele din urmă, în subsecțiunea 2.2.2 este tratat cazul autonom al problemei.

Secțiunea 2.3 tratează problema determinării unui filtru optimal de tip \mathcal{H}_2 pentru o clasă de sisteme stohastice în timp continuu fără a mai presupune că acestea admit o stabilitate exponențială în medie pătratică. Într-adevăr, presupunerea de stabilitate exponențială este relaxată și este presupus în schimb că operatorul Lyapunov asociat sistemului este exponențial dichotomic. În final, în subsecțiunea 2.3.2 este tratat cazul periodic al problemei propuse.

Capitolul 3. Perspective conține două secțiuni.

Prima, *Direcții de cercetare* punctează domeniile pe care doresc să le explorez. Sunt evidențiate proiecte de cercetare pe termen scurt precum: sisteme LTV quasilineare, abordare stohastică de tip temperat, probleme de filtrare precum și sisteme stohastice liniare cu salturi. O abordare unitară a acestui ultim subiect o va reprezenta o monografie științifică intitulată "Robust control of linear stochastic systems with jumps. Applications to sampled data control" realizată în colaborare cu V. Drăgan și S. Aberkane, acceptată spre publicare în seria Lecture Notes in Control and Information Sciences Series, Springer. De asemenea sunt prezentate și trei proiecte de cercetare pe termen lung: modelare computațională, jocuri stohastice și matematică industrială.

Complementar cercetărilor teoretice evidențiate anterior, în ultimii cinci ani am fost implicat în două proiecte de cercetare dezvoltate în parteneriat între Universitatea "1 Decembrie

1918” din Alba Iulia si IPEC S.A. (o companie ce produce produse ceramice). Acestea sunt Computational Models for Reproducing Ceramics Colours (PN-III-P2-2.1-PED-2016-1835), respectiv Intelligent system based on machine learning and artificial vision for the optimization of manufacturing porcelain (PN-III-P2-2.1-BG-2016-0333). Din punct de vedere matematic, metoda de proiectare robustă dezvoltată în această direcție reprezintă o problemă cheie în procesul de optimizare al culorilor, o punte de legătură pentru proiectul de matematică industrială menționat mai sus.

În a doua parte, *Directii de dezvoltare a carierei didactice* pun în evidență ideile pe care intenționez să le implementez în cariera mea didactică. Deși criteriile național de dezvoltare academică conțin doar criterii de cercetare și nu includ niciun criteriu în ceea ce privește activitățile didactice, consider că acest ultim aspect nu ar trebui să fie minimizat. Ca o recunoaștere a activităților mele de predare, din partea studenților am primit Diploma de excelență Profesor Bologna în anul 2017 acordat de Alianța Națională a Organizațiilor Studentești din România (ANOSR). În ceea ce privește dezvoltarea ulterioară, pe termen scurt, sunt în lucru două monografii referitoare la didactica matematicii și aritmeticii, mai exact Metode de rezolvare a problemelor aritmetice și Metodologia activităților matematice. Acestea vor contribui la îmbunătățirea activităților cu studenții, în special pentru specializarea Pedagogia învățământului primar și preșcolar. De asemenea, granturile Erasmus+ vor contribui la îmbunătățirea prelegerilor mele, la asimilarea de elemente noi care vor contribui la îmbunătățirea activitățile de predare.

Ultima parte a acestei teze, Referințele bibliografice, conține 106 titluri de articole științifice și cărți la care se face referire în text.