

Cuvânt către cititor

În numeroase fenomene reale importante, funcțiile de stare sunt adecvat modelate prin funcții discontinue. Astfel, cităm marea clasă a mișcării mediilor continue deformabile care au proprietăți fizice diferite în diferite regiuni sau puncte din domeniul de mișcare și șocurile. Discontinuitatea funcțiilor de stare face imposibilă asocierea dinamicii respective unui sistem dinamic (s.d.) clasic, iar un studiu sistematic și exhaustiv într-un cadru neclasic nu există. În această situație, autorul cărții a realizat o analiză coerentă și detaliată a unei clase de probleme Cauchy cu funcții necunoscute discontinue, probleme asociate așa-numitelor s.d. switch. Cum și așa subiectul era prea vast, dl. Danca studiază în principal corespondentul discontinuu al unor proprietăți ale s.d. continue, e.g. sincronizarea a două sisteme haotice conducând la regularizarea unei dinamici haotice (controlul haosului) și haoticizarea unei dinamici regulate (anticontrolul). De asemenea, un s.d. discontinuu este aproximat cu unul continuu pe baza unei teoreme de selecție sau cu unul corespunzător unui s.d. discret generat de o metodă numerică pentru incluziuni diferențiale (d.i.). În acest ultim caz s-a folosit o regularizare Filippov care asociază ecuației diferențiale ordinare (e.d.o.) discontinue o d.i. care admite cel puțin o soluție generalizată (Filippov). Apoi o condiție Lipschitz unilaterală tare asigură unicitatea, de unde posibilitatea asocierii unui s.d. standard.

Lucrarea constă dintr-o Introducere, patru capitole, 11 anexe și o listă bibliografică.

Cap. 1 este preliminar. El conține o secțiune de concepte din teoria s.d. În continuare sunt prezentate rezultatele adaptate după cele existente în literatura de specialitate și multe exemple dintre care unele aparțin autorului. În acest capitol se asociază o d.i. unei probleme Cauchy pentru o e.d.o. în \mathbf{R}^n , definită de un câmp de vectori continuu pe porțiuni în raport cu variabilele de stare. Apoi, în anumite condiții, se demonstrează

teoreme de existență și unicitate. Rezultatele originale din Cap.1 formează obiectul articolului Danca [2002 a].

Cap. 2 este dedicat problemei aproximării unui s.d. discontinuu cu unul continuu, ceea ce se realizează cu ajutorul a două metode. Prima este metoda lui Euler pentru d.i. În baza teoremei Dontchev-Lempio, aplicarea acestei metode conduce la un s.d. discret aproximant. În cazul unui s.d. discontinuu, o teoremă a autorului arată că metoda lui Euler conduce la un s.d. switch or switch generalizat aproximant. Ambele s.d. discrete approximate pot fi asociate unui s.d. cu câmp de vectori continui. Cele trei aplicații prezentate folosesc un program original în Turbo Pascal. A doua metodă are la bază teorema selecției aproximante a lui Cellina. Pentru cazul funcțiilor maximal monotone D1. Danca ne dă o demonstrație alternativă bazată pe un algoritm propriu de aproximare și face o interesantă aplicație la s.d. switch al lui Chua. Rezultatele originale din acest capitol au fost prezentate în Danca și Codreanu [2002].

Cap.3 investighează haoticizarea s.d. switch. Se consideră o e.d.o. liniară de ordin n , cu coeficienți constanți, posedând soluția nulă asimptotic stabilă. Se introduce apoi un control de tip feedback cu argument întârziat și se caută un astfel de control concret care să corespundă unei dinamici haotice în sensul lui Li și Yorke a s.d. generat de o e.d.o. corespunzătoare. Ecuația cu feedback se rezolvă iterativ și se stabilește o legătură între ecuația cu argument întârziat și ecuația cu diferențe finite pentru întârzierile argumentului tinzând la infinit. Pe baza acestei legături se consideră un sistem de e.d.o. de ordin întâi afin, neliniaritatea fiind datorată prezenței controlului și se rescrie, echivalent, sub forma unei e.d.o. de ordin n ca aceea tocmai investigată. Astfel, toate rezultatele asupra haoticizării vor avea un corespondent pentru sistemul de e.d.o. ales. Se exemplifică pentru un caz particular cu $n=2$. Mai departe se studiază o e.d.o. de ordin n liniară cu originea stabilă și se adaugă un termen liniar în funcția de control, dar cu coeficient neliniar în funcția de ieșire. Pentru liniarizata sa în jurul originii, obținută fie cu ajutorul diferențialei Frechet, fie cu o liniarizare feedback exactă, se pot aplica rezultatele anterioare. Aceste idei sunt exemplificate în cazul ecuației lui Duffing cu control. Urmează o schiță a cazului s.d. fără ieșire cu intrare de control exogenă, pentru care în literatură haoticizarea se obține cu ajutorul teoriei controlului geometric. D1. Danca face o aplicație la cazul celebrului s.d. al lui Lorenz, pe care, prin alegerea unui parametru drept funcție de timp, îl transformă într-un sistem cu control. După această pregătire în care contribuțiile originale ale autorului sunt, în principal, numerice, în Secțiunea 3.2. se abordează succint anticontrolul s.d. switch, introducându-se în prealabil un tip de derivată generalizată și apoi reducându-se cazurile cu discontinuități la cele fără discontinuități, tratate anterior. Urmează o aplicație impresionantă și

complexă la sistemul switch al lui Chua (prin transformarea unui parametru într-o funcție de timp), cu justificările teoretice necesare și cu folosirea derivatei generalizate. Cap. 3 se încheie cu alte două aplicații privind haoticizarea sistemului lui Chen și a sistemului de reglare a unei turbine cu aburi. Principalele rezultate ale acetui capitol au fost publicate în Danca [2002 c].

Cap. 4 este consacrat unei probleme inverse haoticizării s.d. switch amintindu-se în prealabil cazul s.d. cu câmp de vectori continuu. Aici haosul este asociat pozitivității cel puțin a unui coeficient Lyapunov. Pentru aceasta se amintesc condițiile de definiție ale acestor coeficienți atât în cazul continuu cât și în cel discontinuu. Se menționează două criterii pentru ca două s.d. continue și două discontinue să se sincronizeze. Aceste criterii se exprimă în funcție de coeficientul Lyapunov maxim. În cazul discontinuu, derivatele clasice sunt înlocuite cu cele generalizate. Se fac aplicații la sistemul lui Chua și la cel al lui Chen (Danca [2002 b]).

În mare măsură anexele conțin rezultate din literatură strict necesare înțelegerii textului principal, dar și unele originale.

Lista bibliografică are 133 de titluri dintre care 69 sunt din și de după 1998. Sunt incluse lucrările de referință din domeniu, prevalând cele numerice. Unele articole sunt luate de pe internet, altele au fost obținute direct de la autori, chiar înainte de a fi publicate. Sunt incluse și articole ale autorului cărții.

Subiectul cărții este la granița dintre două domenii: ecuații diferențiale (și anume d.i.) și calculul numeric (pentru dinamici haotice). Chiar dacă separat fiecare dintre aceste domenii este frumos reprezentat în țară, tratarea lor simultană chiar în matematica mondială este de dată recentă și, cu mici excepții, este un câmp străin matematicii românești. Mai degrabă întâlnim abordări abstracte foarte frumoase ale d.i. și ale problemelor de control (e.g. în școlile de ecuații din Iași și București) și, pe de altă parte, tratări numerice (e.g. la Timișoara, Cluj-Napoca și în mediile inginerilor și fizicienilor din marile centre universitare ale țării). Umbrela care le cuprinde este teoria s.d., care în aspectele ei clasice are deja o tradiție (e.g. grupurile din Pitești, Timișoara, Craiova).

Astfel, deși foarte dificil, subiectul cărții a exercitat o mare presiune asupra mediilor științelor exacte din pricina mării sale importanțe în industria civilă și de apărare, în economie, ecologie etc. De exemplu, sistemul lui Chua este folosit în transmisiile pe purtătoare haotice care prezintă un mare grad de confidențialitate. Haoticizarea sistemelor economice poate duce la dezastre fără o anumită intervenție directă externă, așa cum în același mod un sistem macroeconomic în derivă poate fi regularizat, de

exemplu prin sincronizare. Iată, deci, rațiuni mai mult decât suficiente pentru a considera subiectul tratat de dr. Danca drept esențial pentru epoca și țara noastră.

Prezentarea se adaptează subiectului tratat și, deci, este inegală: în unele capitole sunt date mai mult rezultatele originale ale autorului cărții, în altele prevalează rezultatele altor autori. Oricum, exprimarea este încheșată și are un aspect la care au contribuit și anexele. În plus, peste tot întâlnim rezultatele numerice ale lui Danca obținute pe baza propriilor algoritmi. De asemenea, există multe rezultate teoretice, adaptări și generalizări ale unora cunoscute la cazul s.d. switch.

Dr. Danca dovedește o cunoaștere profundă a vastului și dificilului domeniu ales. Domnia sa este un mare curajos, atacă probleme atât de moderne, până la urmă verificabile în practică.

Autorul cărții contribuie substanțial la formarea unei tradiții românești în studiul haosului determinist. Lui i se datorează editarea primei reviste din România de diseminare a teoriei fractalilor. El este și cel care a publicat o frumoasă carte asupra dinamicii regulate și haotice și a bifurcației funcției logistice, apărută în Seria de Matematică Aplicată și Industrială a Universității din Pitești, în care apare și prezenta lucrare. Seriozitatea, buna informare, perseverența și excelența în specialitate a autorului se răsfrâng armonios și în prezenta lucrare, scrisă clar, cu multe reprezentări grafice sugestive, dintre care unele greu de realizat. Toate acestea mă determină să salut cu căldură includerea prezentei monografii a domnului Marius-F. Danca în seria menționată, asigurând pe cititor de folosul indiscutabil pe care-l va avea în urma parcurgerii.