



MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII

*UNIVERSITATEA PETROL-GAZE DIN PLOIEȘTI*

*ȘCOALA DOCTORALĂ*

**TEZĂ DE ABILITARE**

**Domeniul de doctorat: INGIERIA SISTEMELOR**

**SISTEME FUZZY-INTERPOLATIVE  
CU APLICAȚII ÎN AUTOMATICĂ**

**Prof.dr.ing. Marius Mircea Bălaș**

**Ploiești**

**2020**

## **Rezumat**

### **al tezei de abilitare**

### **Sisteme fuzzy-interpolative cu aplicații în automatică**

**Candidat: Prof.dr.ing. Marius Mircea Bălaș**

Teza de abilitare *Sisteme fuzzy-interpolative cu aplicații în automatică* prezintă în mod sintetic rezultatele activității de cercetare științifică pe care am desfășurat-o ulterior obținerii titlului științific de Doctor.

Teza mea de doctorat intitulată *Regulatoare fuzzy interpolative adaptive și aplicații în construcția vagoanelor de călători* a fost realizată în cadrul Universității Politehnica din Timișoara, sub conducerea Prof.dr.ing. Mircea A. Ciugudean. Am susținut teza în data de 7 decembrie 2001, cu calificativul „Cum laude”. Am obținut diploma de Doctor în Electronică și Telecomunicații la data de 15.05.2002, în baza ordinului Ministrului Educației și Cercetării nr. 3570 din 19.04.2002.

După obținerea titlului de doctor am promovat prin concurs în 2004 pe poziția de conferențiar universitar, iar apoi în 2015 pe poziția de profesor.

După obținerea titlului de doctor, activitatea mea a urmărit două obiective principale:

- a) Cariera didactică, desfășurată în cadrul Facultății de Inginerie a Universității „Aurel Vlaicu”;
- b) Cercetarea științifică, în cadrul Facultății de Inginerie a Universității „Aurel Vlaicu” din Arad și a Centrului său de Cercetare a Sistemelor Inteligente;

În perioada postdoctorală am publicat peste 75 de articole, dintre care 15 articole ISI și 60 ISI Proceedings având o gamă largă de subiecte din Ingineria Sistemelor și Automatică.

Teza este structurată în trei capitole.

Capitolul 1 realizează o trecere în revistă teoriei referitoare la Sistemele Fuzzy-Interpolative de tip 1 și a metodologiei aferente, prin care se realizează aplicațiile. Controlerele fuzzy-interpolative sunt echivalențe sau aproximări ale controlerilor fuzzy de tip 1 realizate prin tabele de căutare cu interpolare liniară.

Capitolul 2 descrie lucrările științifice care implică utilizarea metodologiei fuzzy-interpolative publicate în domeniile reglării automate, aplicațiilor medicale, luării deciziilor, etc.

Opțiunile de implementare a controlerelor fuzzy-interpolative sunt extrem de variate, întinzându-se de la implementările software până la circuitele integrate analogice. Întrucât tabelele de căutare au o natură matricială care este direct asociabilă memoriilor semiconductoare, toate implementările software pe care le-am experimentat de-a lungul timpului, după susținerea tezei (Matlab, C++, Java, ASM, etc.), s-au dovedit extrem de eficiente, mai ales în ceea ce privește reducerea efortului de programare și creșterea vitezei de funcționare.

Dintre aplicațiile cuprinse în teza de abilitare menționăm:

- Regulate adaptive pentru aer condiționat;
- Regulate adaptive pentru sere;
- Robotică;
- Algoritmi pentru frânarea vagoanelor de cale ferată și automobilelor;
- Criteriul Control Time to Collision pentru sistemele de urmărire a automobilelor;
- Regulate adaptive pentru evitarea instabilității cauzate de comutarea reguletoarelor.
- Algoritmi pentru realizarea rapidă a imaginilor cu dinamică ridicată (multiframing HDR);
- Modelarea sistemelor neliniare.

Cea mai recentă aplicație (2019) realizată în colaborare cu Prof. Chih-Tsung Lin de la Feng Chia University, Taichung, Taiwan, constă într-un algoritm adaptiv pentru pancreasul artificial.

Capitolul al treilea al tezei de abilitare, intitulat *Planuri de dezvoltare a carierei profesionale, academice și științifice* prezintă direcțiile de dezvoltare ulterioară a carierei profesionale, academice și științifice ale candidatului. După abilitare, ideile de cercetare vor fi utilizate în cadrul unor tematici de cercetare stabilite, care vor fi valorificate prin tezele de doctorat.

Cea mai importantă dezvoltare identificată până în prezent este extinderea conceptului fuzzy-interpolativ și asupra sistemelor fuzzy de tip 2. Sistemele fuzzy de tip 2 sunt foarte eficiente în aplicațiile complicate, cum ar fi cele de recunoaștere a imaginilor, dar pe de altă parte ele necesită un volum ridicat de calcule și medii software pretențioase. Aplicarea metodologiei fuzzy-interpolative în aceste cazuri promite o eficientizare semnificativă.

Referințele bibliografice sunt repartizate în capitolele corespunzătoare.

## Abstract

### Of the Habilitation Thesis

#### Fuzzy-Interpolative Systems with Applications in Automatic Control

Candidate: Prof.dr.eng. Marius Mircea Balas

The *Fuzzy-Interpolative Systems with Applications in Automatic Control* empowerment thesis summarizes the results of the scientific researches that I have carried out after obtaining the Doctor's scientific title.

My doctoral thesis, entitled *Adaptive Fuzzy-Interpolative Controllers and Applications in the Construction of Passenger Railway Coaches* was realized at the Politehnica University of Timisoara, coordinated by Professor Mircea A. Ciugudean. I defended "cum laude" the thesis in December 07, 2001. I obtained my PhD in Electronics and Telecommunications on September 22, 2003, based on the Order of the Minister of Education and Research no.3570 on 19.04.2002.

After obtaining the doctoral degree I promoted through competition in 2004 as an Associate Professor, and then in 2015, as a Full Professor.

After my doctorate, my work pursued two main objectives:

- a) The didactic career, carried out at the Faculty of Engineering of "Aurel Vlaicu" University;
- b) The scientific research, at the Faculty of Engineering of "Aurel Vlaicu" University of Arad and of its Research Center for Intelligent Systems;

During the postdoctoral period I have published over 75 articles and scientific papers, of which 15 ISI and 60 ISI Proceedings, with a wide range of System Engineering and Automatic Control topics.

The thesis is structured into three chapters.

Chapter 1 reviews the theory regarding The Type 1 Fuzzy-Interpolative Systems and the related methodology, through which applications are made. Controlerele fuzzy-interpolative sunt echivalențe sau aproximări ale controlerilor fuzzy de tip 1 realizate prin tabele de căutare cu interpolare liniară.

Chapter 2 describes the scientific papers involving the Fuzzy-Interpolative Methodology, published in the field of automatic control, medical applications, decision making, etc.

The implementing options for the fuzzy-interpolative controllers are extremely wide, ranging from software implementations to analog integrated circuits. Since the lookup tables have a matrix nature that is directly associable with semiconductor memories, all the software implementations we have experienced over time after defending the thesis (Matlab, C ++, Java, ASM, etc.) have proven to be extremely efficient, especially in terms of reducing programming effort and increasing operating speed.

Other results included into the empowerment thesis are the following:

- Air conditioning adaptive controllers;
- Greenhouses adaptive controllers;
- Robotics;
- Several braking algorithms for railway coaches and automobiles;
- The Control Time to Collision Criterium for car following systems;
- Adaptive controllers avoiding the Switching Controllers' Instability.
- Algorithms for fast multiframe HDR imagery;
- Modeling nonlinear systems.

The latest application (2019), realized in collaboration with Prof. Chih-Tsung Lin from Feng Chia University, Taichung, Taiwan, consists in an adaptive algorithm for Artificial Pancreas.

The third chapter of the empowerment thesis entitled *Professional, Academic and Scientific Career Development Plans* presents the directions for further development of the professional, academic, and scientific career of the candidate. After empowering, the research ideas will be used in some established research themes, which will be capitalized in doctoral theses.

The most important development identified so far is the extension of the fuzzy-interpolative concept and on type 2 fuzzy systems. Type 2 fuzzy systems are very effective in complicated applications, such as image recognition, but on the other hand they are requiring high volume of calculations and pretentious software environments. The application of the fuzzy-interpolative methodology in these cases promises a significant efficiency increasing.

The bibliographic references are distributed into the corresponding chapters.