

**University Politehnica Timișoara**  
**Mechanical Engineering Faculty**  
**Mechatronics Department**

Corina-Mihaela Gruescu

# Contributions to development of optical design in mechatronic applications

Habilitation thesis

2019

## Rezumat

Teza de abilitare este structurată în cinci secțiuni: (I) Introducere, (II) Realizări științifice, (III) Realizări academice și profesionale, (IV) Evoluția carierei și planuri de dezvoltare și (V) Referințe. Realizările științifice, academice și profesionale acoperă perioada 1998-2018.

Secțiunea I oferă o imagine de ansamblu asupra conținutului tezei și prezintă lucrările publicate de autor în reviste indexate ISI (3), conferințe indexate ISI (2) și conferințe indexate Scopus (5).

Secțiunea II descrie câteva realizări științifice în cadrul direcțiilor de cercetare ale autorului și este organizată în patru capitole. Fiecare capitol are o structură unitară, care include Punerea problemei, Contribuții teoretice și/sau experimentale la problema specificată și Concluzii și contribuții ale autorului.

Primul capitol, *Proiectarea optica de bază. Alegerea materialelor*, oferă o soluție la problema alegerii unor tipuri adecvate de sticlă, prin stabilirea unor criterii matematice implementate într-o aplicație software. Soluțiile practice oferite de aplicație conduc la o calitate ridicată a imaginii pentru aperturi de două ori mai mari decât cele tradiționale. Suprafețele asferice pot aduce, de asemenea, o îmbunătățire substanțială a calității imaginii pentru sistemele care sunt, în principal, afectate de aberațiile reziduale sferice. Generarea curbei necirculare corespunzătoare este greu de găsit fără un soft specializat și necesită abilități adecvate ale operatorului uman.

Al doilea capitol se referă la *Ingineria optică aplicată în prelucrarea cu laser*. Primul paragraf dezvoltă *Optimizarea sistemului optic prin minimizarea razei petei laser*. Cercetarea pornește de la observația că progresul în precizie și eficiență în prelucrarea cu laser este puternic legat de calitatea sistemului optic, care asigură ghidarea fasciculului emis de sursă și apoi focalizarea energiei radiante către punctul de prelucrare. În plus, optica în infraroșu necesită algoritmi specifici, care iau în considerare numărul redus de materiale disponibile, radiația monocromatică și densitatea de putere mare a acesteia. Lucrarea a oferit soluții originale pentru obiectivul de expandare și focalizare în două variante (obiectiv sferic și asferic). Ambele soluții sunt limitate la difracție și pot fi considerate foarte bune din punct de vedere optic. În plus, ele necesită costuri minime de fabricație, deoarece se utilizează numai lentile singulare.

Al doilea paragraf este dedicat *Optimizării experimentale a parametrilor procesului de tăiere cu laser a roților dințate din policarbonat*. Planurile de experimente factoriale fracționate determinate

de metoda Taguchi și un software specializat - Qualitek - s-au dovedit a fi rapide și economice (doar 40 de probe au necesitat o prelucrare eficientă pentru optimizarea a șase parametri pe două nivele și o interacțiune organizate în 8 combinații) și foarte eficiente. Pentru piesele prelucrate în condiții optime, raportul S/N este mai bun decât cel prognozat, iar valoarea medie este foarte apropiată de ținta nominală, ceea ce îmbunătățește semnificativ calitatea lotului de piese. Prelucrarea a devenit foarte precisă, având în vedere criteriul de optimizare (valoarea nominală). De asemenea, procesul în sine a devenit de dorit în locul tehnologiei tradiționale. Dispozitivele auxiliare, cum ar fi matrițele, au fost eliminate în totalitate, iar durata de prelucrare a scăzut considerabil (3 ... 4 minute/ bucată în funcție de numărul de dinți).

Capitolul al treilea dezvoltă câteva aspecte privind *Digitizarea documentelor*. Cele două paragrafe sunt intitulate *Echipamente și tehnici de digitizare în recuperarea resurselor de cunoaștere în domeniul mecanismelor și științei mașinilor și Producția de animații interactive prin intermediul procesării avansate a imaginilor*.

Tehnicile de digitizare sunt utilizate în scopul recuperării istoriei științei mecanismelor și al creării unei descrieri coerente a dezvoltării sale de la începuturi până în zilele actuale. Digitizarea documentelor analogice necesită resurse speciale în ceea ce privește echipamentele și software-ul. Echipa de la Universitatea Politehnica Timisoara, ca partener în proiectul thinkMOTION, a dezvoltat o stație de lucru specializată în digitizarea documentelor de toate categoriile. Proiectarea și asamblarea echipamentului de scanare, precum și software-ul de captare, stocare și gestionare a fișierelor brute au fost dezvoltate ca și contribuții originale ale echipei. Echipamentul de scanare este un sistem mecatronic complex, care implică integrarea domeniilor optoelectronic, mecanic și software. Stația de lucru rezultată este diferită de produsele de uz general de pe piață și oferă caracteristicile impuse de aplicația specifică. Mii de pagini de înaltă calitate sunt acum disponibile online pentru o gamă largă de utilizatori (personal academic, studenți, doctoranzi, ingineri, istorici etc.) la [www.dmg-lib.org](http://www.dmg-lib.org). Pe lângă documente, biblioteca afișează, de asemenea, modele demonstrative fizice și descrieri ale mecanismelor.

Modelele fizice de lucru ale mecanismelor sunt înregistrate digital ca o secvență de imagini, de obicei acoperind o rotație completă a elementului de intrare (de conducere). Cu pași suplimentari de manipulare, aceste secvențe de imagini sunt compuse în animații interactive, care pot fi pornite din portalul DMG-Lib cu un player special sau pot fi descărcate ca fișiere video pentru uz local.

Cel de-al patrulea capitol dezvoltă aplicații care implementează *Ingineria optică în investigațiile medicale*. Primul paragraf descrie *Modelarea coloanei vertebrale umane și evaluarea deformațiilor coloanei vertebrale*, pe baza implementării unei metode de investigare complet neinvazivă pentru coloana vertebrală, care este frecvent afectată de deformări. Un număr mare de parametri numerici au fost sugerați pentru descrierea formei coloanei. Un software special - INBIRE - a fost dezvoltat pentru a lucra cu sistemul InSpeck, creat pentru imagistică în general. Programul oferă o bază de date interactivă și facilitatea de a exporta date în programul de modelare 3Dmax. Folosind date antropometrice, vertebrele individuale și, în final, întreaga coloană a fost modelată ca standard. Coordonatele furnizate de INBIRE permit modelarea coloanei vertebrale personalizate, care poate fi stocată și utilizată de către medici pentru a monitoriza evoluția deformațiilor.

Realizările proiectului de cercetare poate contribui la dezvoltarea programelor locale sau naționale de asistență medicală, aducând precizie numerică și eficiență în depistarea și monitorizarea deformațiilor coloanei vertebrale, care sunt larg răspândite, greu și costisitor de tratat în stadii avansate.

Al doilea paragraf acoperă subiectul *Metoda experimentală pentru evaluarea deformațiilor coloanei vertebrale*, pe baza datelor obținute cu un sistem de accelerometre și procesarea avansată a imaginii. Se propune o metodă nouă de investigare, pe baza datelor furnizate de un set de opt accelerometre, care sunt atașate de corpul vertebrelor în timpul întregului exercițiu de terapie. Scopul studiului este de a dezvolta o metodă de înregistrare a variației unghiurilor Cobb, care ar trebui să furnizeze un criteriu de evaluare a exercițiilor de terapie. Datele unghiulare obținute sunt utilizate pentru a calcula un polinom de grad opt ca model al coloanei vertebrale. Algoritmul matematic adecvat este dezvoltat pentru a calcula coordonatele, coeficienții polinomului și unghiurile Cobb. Aproximarea polinomială a fost validată prin compararea rezultatelor sale cu datele de referință furnizate printr-o metodă sigură. Referința este considerată imaginea realizată în timpul preluării datelor cu accelerometrele.

Secțiunea III a tezei de abilitare prezintă principalele realizări ale candidatului în ultimii 20 de ani, de la susținerea tezei de doctorat, în 15 mai 1998, la Universitatea Politehnica Timișoara.

Activitățile didactice de la Universitatea Politehnica Timișoara au cuprins cursuri, seminarii, activități de laborator sau activități de proiect la disciplinele *Geometria descriptivă și desen tehnic, Optica tehnică, Aparate optice, Fotometre și spectrofotometre, Optica medicală, Fiabilitatea sistemelor mecatronice, Senzori optici și Ergonomia iluminării*. Un număr de 12 cărți au fost publicate în format tipărit sau electronic pentru a susține aceste discipline.

Activitățile de cercetare au fost dezvoltate în domenii similare activităților didactice, în cadrul a 7 proiecte finanțate la nivel național și european.

Rezultatele lucrărilor de cercetare au fost publicate în 7 lucrări indexate în reviste ISI, 12 lucrări indexate în ISI Proceedings, 19 lucrări indexate în SCOPUS și peste 100 de lucrări indexate în alte baze de date.

Activitățile de publicare au fost completate cu activități de recenzare la reviste și conferințe (Journal of Mechanisms and Robotics, Measurement Journal, Optical Engineering, 14th IFToMM World Congress, MTM & Robotics 2016 - Aachen, Germania, Buletinul științific al Universității Politehnica din Timișoara, SYROM 2017 - Brașov, RO, MESROB 2018 – Cassino, It, MEDER 2018 – Udine, It și altele).

Candidatul este membru al unei asociații profesionale internaționale, IFToMM (International Federation of Mechanism and Machine Science) din 2014, în calitate de membru observator al Technical Committee Linkages and Mechanical Controls. Candidatul a contribuit în calitate de membru al comitetului organizator la pregătirea și desfășurarea a două conferințe internaționale și o școală de vară sprijinite de IFToMM și a fost co-editor la un volum publicat de Springer.

Secțiunea V conține referințele apelate în capitolele anterioare.