

Rezumatul Tezei de Abilitare

Prezenta teză de abilitare prezintă principalele realizări științifice începând din anul 2008 ale candidatului, an în care și-a susținut teza de doctorat la Universitatea Tehnică și Economică din Budapesta, în domeniul ingineriei biomedicale. Noile contribuții științifice prezintă realizările obținute în cadrul celor două misiuni postdoctorale. Prima a fost efectuată în cadrul programului POSDRU la Universitatea Petru Maior din Tîrgu Mureș (octombrie 2011 - martie 2013), iar cea de-a doua a avut loc la Universitatea din Fribourg, Elveția (aprilie 2013 - martie 2014), și a fost susținută de Fondul Tematic Burse pentru Cercetare (Sciex-NMS.ch).

Teza este structurată pe două secțiuni. Primul capitol, intitulat "Clasificarea nesupravegheată a secvențelor de proteine, utilizând metoda rapidă de grupare Markov", prezintă noi modalități de rezolvare, în mod eficient și cu exactitate, ale problemei grupării seturilor de secvențe de proteine de dimensiuni ridicate, pe baza unor metrici de similitudine a perechilor de secvențe. Aceasta a fost realizată prin propunerea a mai multor modificări de îmbunătățire ale metodei TRIBE-MCL.

Al doilea capitol, intitulat "Un model electric și mecanic complex al inimii, adaptat particularităților pacientului", prezintă un model de inimă deformabilă, adaptat caracteristicilor unui pacient, al cărui comportament este evaluat pentru cazul normal și al diverselor patologii. Scopul principal este sporirea preciziei, acurateții, fiabilității și vitezei de execuție a modelării spațiale a inimii. Aceasta se realizează printr-o simulare precisă și vizualizarea diversilor parametri biologici monitorizați, care de-altfel nu pot fi măsurați decât anevoios sau deloc.

Principalele realizări științifice prezentate în această teză sunt următoarele:

Capitolul I:

- Se efectuează o analiză detaliată a algoritmului TRIBE-MCL, prezentând soluții de generalizare pentru toate operațiunile efectuate în bucla principală, cu scopul sporirii eficienței execuției.
- Se propune o schemă optimă pentru reordonarea rândurilor și coloanelor în matricea de similaritate, transformând-o într-o matrice cu mai multe blocuri compacte de-a lungul diagonalei, și zerouri în afara blocurilor. Această metodă este numită TRIBE-MCL cu divizarea matricelor.
- Se propune o versiune eficientă a algoritmului TRIBE-MCL, bazată pe o reprezentare rară a matricei, realizată pe liste dublu-înlanțuite, cu opțiunea execuției în paralel.
- Se propune o structură specială de matrice rară (SSM), care stochează valorile nenule de similaritate într-o matrice. Algoritmul de grupare Markov, bazată pe această nouă structură, reduce timpul total de execuție cu două ordini de mărime.
- Se introduc mai multe scheme de optimizare ale soluției anterioare, care au modificat SSM în privința executării mai eficiente a mai multor operațiuni din bucla principală.

- Profitând de avantajul simetriei matricei de similaritate, s-a dezvoltat o formulă asimptotic mai rapidă pentru determinarea cuadraturii matricelor rare, care de-altfel este operațiunea cu cel mai mare consum de timp.
- Se dezvoltă o implementare rapidă și eficientă în privința utilizării spațiului de memorie, necesară algoritmului de grupare TRIBE-MCL, care astfel devine potrivită clasificării corecte pe scară largă a seturilor de date secvențe de proteine.
- Se propune abordarea cu eficiență ridicată a metodei TRIBE-MCL, care permite unui calculator personal obișnuit procesarea unui graf de un milion de noduri într-un timp rezonabil.
- Se propune o nouă metodă de generare a seturilor de date sintetice pentru testarea algoritmului TRIBE-MCL. Avantajul acestor date sintetice constă în faptul că întrunesc principalele proprietăți ale setului de proteine SCOP95, dar pot avea dimensiuni aleatorii, facilitând testarea algoritmului TRIBE-MCL în condiții variabile.

Capitolul II:

- Se elaborează un model de reglare a concentrațiilor ionice pentru cazul hipoxiei. Utilizând acest model, au fost studiate efectele hipoxiei profunde asupra metabolismului celular ventricular și asupra formei potențialului de activare.
- Se investighează în cazul hipoxiei fenomenul de modificare a conductanței ionice, generate de funcționalitatea necorespunzătoare a canalelor de ioni. S-a stabilit, că aceste disfuncționalități pot genera modificări periculoase în funcția de activare potențială.
- Se realizează o extindere energetică a modelului Luo-Rudy, adecvat celulelor cardiace, care elucidează procesul de dezvoltare a ischemiei, ce poate genera diverse disfuncționalități de ritm cardiac, cum ar fi, de exemplu, fibrilația ventriculară.
- Prin modelarea metabolismului celular este confirmat rolul deosebit al mitocondriilor. Dezvoltarea unui model de mitocondrie facilitează înțelegerea fenomenelor de hipoxie profundă.
- S-a realizat simularea computerizată a fibroblastelor, oferind o mai bună estimare a excitației cardiace, ce poate ajuta la descoperirea etapelor de formare a aritmiei. Acest instrument non-invaziv poate elucida dezvoltarea aritmiilor periculoase.
- Se consemnează în activitatea cardiacă importanța fenomenului de îmbătrânire. Mediul de simulare creat ne arată cele mai importante schimbări anatomice și fiziologice, care s-au dezvoltat odată cu înaintarea în vârstă, cum ar fi activitatea de pompare redusă și încărcarea mecanică crescută, cauzate de modificarea mușchiului cardiac și reducerea flexibilității arteriale.
- S-a creat un mediu de simulare pentru vizualizarea efectelor țesutului cardiac artificial. Din rezultatele acestei simulări s-a ajuns la concluzia, că țesutul artificial poate

îmbunătăți funcția de pompare cardiacă, dar, de asemenea, duce la creșterea riscului dezvoltării aritmiilor.

- S-a modelat fenomenul de dezvoltare a undelor spirale, care pot produce fibrilație ventriculară. Simularea computerizată a undelor spirale reprezintă un instrument de vizualizare non-invazivă, adecvată pentru înțelegerea procesului de depolarizare-repolarizare cardiacă pentru un caz normal și diverselor cazuri patologice. Este o platformă de simulare adecvată, ceea ce poate ajuta la selecția pacienților cei mai amenințați de o boală cardiacă, iar utilizând o metodă non-invazivă, ea poate spori eficiența în îngrijirea sănătății.
- Simularea computerizată a dinamicii cardiace propusă, utilizează diferite rezoluții spațiale și temporale, pentru a oferi o mai bună aproximare a excitației cardiace și a dezvoltării undelor ciclice. O platformă de simulare adecvată poate fi utilizată pentru recunoașterea situațiilor cele mai periculoase, contribuind astfel la eficientizarea asistenței computerizate a sănătății.