



ACADEMIA ROMÂNĂ
SCOSAAR

Anexa nr.6

REZUMATUL TEZEI DE ABILITARE

TITLUL Intelligent Decision Support Systems – the Healthcare Revolution
Sisteme Inteligente de Decizie – revoluția din domeniul sănătății

Domeniul de abilitare: **INFORMATICĂ**

Autor: Smaranda Belciug

REZUMAT

Sistem de sănătate „inteligent”. Revoluție în domeniul sănătății. Aceste cuvinte rezonază cu filmele sau cărțile științifico-fantastice, când de fapt ele reprezintă realitatea zilelor noastre. Unora le este teamă de Inteligența Artificială, alții încearcă să demonstreze că Inteligența Artificială este de încredere, etică și robustă din punct de vedere tehnic. Adevărul trebuie spus: diagnostic cu acuratețe 100%, tratament cu rezultate perfecte, sau management fără de cusur sunt doar vise frumoase. Calculatoarele eșuează, exact la fel cum și oamenii eșuează. Statistica este folosită la evaluarea doctorilor, cât și la evaluarea sistemelor inteligente de decizie. Statistica reprezintă numere, numere care indică ceea ce se poate întâmpla sau nu. Oamenii de știință se joacă cu „numere”, dar acele numere reprezintă oameni. Numerele în medicină contează. Nimeni nu poate să prevadă ce se va întâmpla cu un anumit pacient. Ceea ce știm este că asistența medicală inteligentă împreună cu statistica pot oferi doctorilor o probabilitate a ceea ce s-ar putea întâmpla. Dacă acel pacient face parte sau nu din probabilitate, nu depinde de noi. Este un joc de noroc.

Misiunea sistemelor de decizie inteligente în domeniul sănătății? Să exploreze noi posibilități de diagnosticare rapide și eficiente, să caute tratamente noi, să dezvolte noi terapii medicale, noi medicamente. Aceasta este perspectiva sistemelor inteligente în revoluția sănătății. Sectorul medical actual trebuie îmbunătățit în întreaga lume. Costurile lui sunt mari și trebuie reduse. Sistemele inteligente joacă și vor juca un rol crucial în acest sens, oferind diagnosticare precoce, tratament personalizat, managementul pacienților, prevenirea fraudei sistemului de asigurări de sănătate.

În această teză sunt prezentate răspunsurile întrebărilor ridicate de cercetător în activitatea sa de la momentul susținerii tezei de doctorat în anul 2011, în domeniul Inteligenței Artificiale aplicate în medicină. Fiecare răspuns a fost prezentat în detaliu în capitolele 2-7 din partea I a tezei de abilitare. Prima întrebare adresată „1. *Cum putem dezvolta noi sisteme inteligente automat?*”, a dus la crearea unei strategii flexibile de proiectare și implementare a unui sistem de decizie inteligent, strategie inspirată de paradigma evolutivă și de inteligența de roi. Prin urmare, s-a imitat inteligența de roi și s-a considerat o populație de agenți care interacționează între ei și cu mediul (problema ce trebuie rezolvată). Pe baza paradigmei evolutive, strategia propusă are în vedere integrarea într-o manieră evolutivă a unor diferite metode de Inteligență Artificială, care concurează și colaborează între ele, creând un sistem inteligent de decizie care va da o decizie globală „inteligentă”. Această strategie inspirată de paradigma evolutivă este descrisă în capitolul 2 al primei părți.

Celelalte întrebări adresate sunt:

2. Cum putem optimiza arhitectura unei rețele neuronale de învățare profundă automat?
3. Cum putem îmbunătăți performanța rețelelor neuronale prin optimizarea inițializării ponderilor sinaptice?
4. Cum putem optimiza automat metodele teoriei așteptării?
5. Cum putem antrena rețelele neuronale, diferit de algoritmul clasic de propagare înapoi?
6. Cum putem face ca sistemele de decizie inteligente să fie de încredere? Putem crea un manual cu teste și proceduri statistice ce trebuie utilizate în validarea sistemelor și un ghid de bune practici pentru comunicarea cu doctorii?

Răspunsurile aferente întrebărilor se regăsesc în capitolele 3-7 din prima parte a tezei de abilitare.

Atenția mediului academie ar trebui să se concentreze pe crearea unor metode riguroase de testare și validare, nu doar pe crearea de noi tehnici de Inteligență Artificială. De ce? Pentru că revoluția din domeniul sănătății se va întâmpla dacă și numai dacă protocoalele pentru stabilirea diagnosticului, pentru alegerea tratamentului și pentru managementul pacienților vor fi modificate de către comunitatea medicală, iar acest fapt se va întâmpla dacă și numai dacă comunitatea medicală va avea încredere în sistemele de decizie inteligente. Încrederea în sistemele de decizie inteligente va crește dacă:

- Vor aborda o nevoie clinică semnificativă;
- Vor avea rezultate cel puțin la fel de bune ca orice altă metodă existentă;
- Vor fi validate și testate statistic;
- Vor îmbunătăți semnificativ calitatea și speranța de viață a pacientului;
- Vor reduce costurile.

O parte din noile sisteme de decizie inteligente de diagnostic ce au fost propuse și validate de comunitatea academică sunt:

- Un sistem de decizie inteligent care detectează cancerul de creier, plămân și colon, precum și diverse planuri ultrasonografice folosite în morfologie, folosind imagini RMN și ecografice. În acest studiu arhitectura unei rețele neuronale de învățare profundă a fost optimizată folosind evoluția diferențială.
- Un sistem de decizie inteligent care poate detecta cancerul de sân, colon și plămân, utilizând date medicale cu dimensiuni mari (expresii genetice, spectre proteomice, și imagini). Sistemul se bazează pe un tandem dintre regresia logistică și o rețea neuronală de învățare extremă.
- Două sisteme de decizie inteligente bazate pe o paradigmă de învățare ce includ corelații statistice între datele de intrare și cele de ieșire. Sistemele au fost folosite pentru diagnosticul cancerului de sân, plămân și colon.
- Un sistem inteligent de decizie pentru diagnosticul cancerului mamar și pulmonar, și pentru stabilirea ratei de supraviețuire în urmă unui atac de cord, bazat pe corelația de rang Goodman-Kruskal Gamma.
- Un sistem inteligent ce poate să diferențieze între tumorile maligne și cele benigne în cancerul mamar și între duratele de ședere în spital în urma unei operații oncologice de cancer de colon, folosind o învățare bazată pe stimuli Markovieni.
- Un sistem de diagnosticare medicală ce optimizează o rețea neuronală de învățare extremă folosind colonii de furnici artificiale.
- Trei sisteme inteligente de decizie ce optimizează tehnici din teoria așteptării folosind algoritmi genetici și sisteme imune artificiale. Sistemele au fost aplicate în managementul secțiilor de geriatric, chirurgie, boli mentale și de terapie intensivă pentru COVID-19.

Structura tezei este următoarea. Fiecare capitol din prima parte prezintă răspunsurile la întrebările adresate. Capitolul 2 prezintă strategia evolutivă prin care se creează automat noi sisteme inteligente. Capitolul 3 prezintă două metode prin care putem optimiza arhitectura rețelelor neuronale de învățare profundă, în timp ce Capitolul 4 descrie modalitățile prin care putem să optimizăm modul de inițializare a ponderilor sinaptice. Capitolul 5 se ocupă cu tehnici de optimizare a metodelor din teoria așteptării, în timp ce în capitolul 6 se discută diverse paradigme de învățare a rețelelor neuronale. Prima parte a tezei de abilitare se încheie cu un manual de tehnici de validare statistică a rezultatelor sistemelor inteligente și un ghid de bune practici pentru comunicarea cu doctorii. Fiecare capitol discută realizările și limitările actuale ale abordărilor prezentate în teză. Partea a II-a a tezei oferă o perspectivă asupra direcțiilor de cercetare viitoare, urmată fiind de anexe și referințe.