

MEMORIU ȘTIINȚIFIC

Privind teza de doctorat cu titlul

„Deep Learning for AI-Assisted Diagnosis of Knee Pathology in MRI Imaging: Advanced Segmentation, Classification, and Detection Models”

MOTIVAREA CERCETĂRII

Patologia genunchiului reprezintă o problemă medicală majoră, având o prevalență în continuă creștere în populația generală și generând costuri semnificative în sistemele de sănătate. Complexitatea diagnosticării afecțiunilor genunchiului provine din necesitatea evaluării precise a multiplelor structuri anatomice implicate, cum ar fi meniscurile, ligamentele și cartilajele articulare. Imagistica prin rezonanță magnetică (RMN) reprezintă standardul de aur în evaluarea acestor patologii, oferind imagini detaliate ale țesuturilor moi, dar interpretarea acestor imagini depinde semnificativ de expertiza radiologilor, ceea ce introduce variabilitate și subiectivitate. În acest context, dezvoltarea unor instrumente automate de analiză bazate pe inteligență artificială, capabile să îmbunătățească precizia diagnostică, să reducă timpul necesar interpretării și să minimizeze variabilitatea interobservatorie, este esențială. Această cercetare își propune să răspundă acestor provocări prin integrarea unor modele avansate de deep learning în diagnosticul imagistic al patologiei genunchiului.

STRUCTURA TEZEI DE DOCTORAT

Teza de doctorat este organizată în două părți distincte: partea generală și partea specială. Partea generală conține patru capitole detaliate, acoperind fundamentele anatomice ale articulației genunchiului, cele mai frecvente patologii întâlnite în practica clinică (precum leziunile meniscale și ligamentare, osteoartrita), principiile de bază și avansate ale imagisticii RMN și o prezentare detaliată a tehnicilor moderne de deep learning aplicate în diagnosticul medical imagistic. Partea specială este structurată în trei capitole extinse, care includ o analiză sistematică și o metaanaliză riguroasă asupra literaturii existente privind aplicarea modelelor de deep learning în identificarea și clasificarea patologiilor genunchiului, strategii avansate și inovatoare de preprocesare a imaginilor RMN, precum și dezvoltarea și validarea unor modele automate de segmentare, clasificare și detectare a leziunilor genunchiului.

CONTRIBUȚII ȘTIINȚIFICE ESENȚIALE

- Realizarea unei analize sistematice și metaanalize extinse și riguroase asupra utilizării și eficacității modelelor de deep learning în diagnosticul și clasificarea diverselor patologii ale genunchiului, oferind o sinteză clară și structurată a celor mai relevante cercetări și identificând lacunele existente în literatură.

Consiliul pentru Studii Universitare de Doctorat

P-ta Eftimie Murgu nr.2, Timisoara, Cod 300041, Romania

Tel: +40256204250, int 1422 E-mail: doctorat@umft.ro

www.umft.ro

ARACIS - 2027 | IAAR (WFME, EQAR, ENQA) – 2026 | EBA (UK) – 2026
ISO 9001:2015 ISO 45001:2018

Botnari A, Kadar M, Patrascu JM. A Comprehensive Evaluation of Deep Learning Models on Knee MRIs for the Diagnosis and Classification of Meniscal Tears: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Diagnostics (Basel)*. 2024 May 24;14(11):1090. doi: 10.3390/diagnostics14111090. PMID: 38893617; PMCID: PMC11172202.

- Dezvoltarea și implementarea unor strategii avansate de preprocesare a imaginilor RMN, incluzând metode eficiente de anonimizare, normalizare, standardizare și conversie automată a formatului DICOM în NIfTI, care permit optimizarea și standardizarea datelor imagistice pentru antrenarea modelelor de inteligență artificială.

Botnari A, Kadar M, Patrascu JM. Considerations on Image Preprocessing Techniques Required by Deep Learning Models. The Case of the Knee MRIs. *Maedica (Bucur)*. 2024 Sep;19(3):526-535. doi: 10.26574/maedica.2024.19.3.526. PMID: 39553362; PMCID: PMC11565144.

- Crearea, antrenarea și optimizarea unor modele avansate bazate pe arhitecturi U-Net și rețele neuronale convoluționale (CNN) pentru segmentarea automată și precisă a structurilor anatomice specifice (meniscuri, ligamente, cartilaje) și identificarea automată a diferitelor tipuri de leziuni și patologii articulare, cu validare riguroasă pe seturi mari de date clinice reale.

Botnari A, Kadar M, Puia DR, Patrascu JM, Jr JMP. Automated Segmentation of Knee Menisci Using U-Net Deep Learning Model: Preliminary Results. *Maedica (Bucur)*. 2024 Dec;19(4):690-695. doi: 10.26574/maedica.2024.19.4.690. PMID: 39974461; PMCID: PMC11834842.

- Evaluarea clinică și statistică a performanțelor acestor modele comparativ cu interpretarea tradițională realizată de specialiști în radiologie și chirurgie ortopedică, demonstrând o acuratețe superioară și un potențial clar pentru integrarea acestor instrumente în practica clinică de rutină.

CONTRIBUȚII PERSONALE

- Conceperea și dezvoltarea unei aplicații software originale, denumită „PreprocMed”, destinată preprocesării automate și standardizate a datelor RMN, contribuind astfel la optimizarea semnificativă a fluxului de lucru în imagistica medicală.
- Realizarea studiilor experimentale extinse și aprofundate pentru validarea modelelor de deep learning dezvoltate, prin utilizarea datelor clinice reale, colectate și interpretate în colaborare cu specialiștii Spitalului Județean Alba Iulia.

Consiliul pentru Studii Universitare de Doctorat

P-ta Eftimie Murgu nr.2, Timisoara, Cod 300041, Romania
Tel: +40256204250, int 1422 E-mail: doctorat@umft.ro

www.umft.ro

ARACIS - 2027 | IAAR (WFME, EQAR, ENQA) - 2026 | EBA (UK) - 2026
ISO 9001:2015 ISO 45001:2018



- Dezvoltarea și validarea modelului KneeSAM pentru segmentarea precisă a meniscurilor genunchiului, demonstrând performanțe avansate în compararea cu metodele tradiționale.
- Implementarea unui model hibrid CNN-LSTM (Long Short-Term Memory) pentru clasificarea patologiilor genunchiului bazată pe descrieri textuale extrase din rapoartele radiologice, sporind astfel acuratețea și eficiența diagnostică.
- Aplicarea tehnicii Transfer Learning utilizând arhitectura ResNet-50 pentru a îmbunătăți semnificativ performanța clasificării leziunilor patologice în imagistica RMN a genunchiului.
- Diseminarea și publicarea rezultatelor cercetării în reviste științifice internaționale prestigioase, indexate în baze de date relevante, contribuind activ la dezvoltarea literaturii științifice din domeniul aplicării inteligenței artificiale în medicină.

COMENTARIU CRITIC

Teza oferă o contribuție importantă prin integrarea avansată a inteligenței artificiale în diagnosticul patologiilor genunchiului. Lucrarea este bine structurată și documentată, prezentând o abordare interdisciplinară solidă și riguroasă. Cu toate acestea, există și limitări, precum disponibilitatea limitată a unor seturi de date extinse și multicentrice pentru antrenarea și validarea modelelor, riscul de suprapotrivire (overfitting) al modelelor din cauza dimensiunii reduse a seturilor de date, necesitatea unor validări externe suplimentare pentru confirmarea generalizabilității rezultatelor, precum și potențialele bariere logistice și tehnice legate de integrarea acestor tehnologii în fluxurile clinice existente. De asemenea, sunt necesare studii ulterioare pentru evaluarea impactului real al acestor modele în practica clinică zilnică și pentru investigarea cost-eficacității implementării lor.

CONCLUZII

Teza reprezintă un progres important în utilizarea inteligenței artificiale pentru diagnosticul musculoscheletal, confirmând potențialul imens al modelelor deep learning în îmbunătățirea semnificativă a preciziei și rapidității diagnosticării patologiilor genunchiului și având potențialul de a schimba fundamental practica clinică în acest domeniu.

Data

Nume prenume

Conducător de doctorat

Semnătura

BOTNARI ALEXANDRU
PROF. DR. UNIV PĂTRASCU JENEL

Consiliul pentru Studii Universitare de Doctorat

P-ta Eftimie Murgu nr.2, Timisoara, Cod 300041, Romania
Tel: +40256204250, int 1422 E-mail: doctorat@umft.ro

www.umft.ro