



École Nationale Supérieure d'Informatique et d'Analyse des Systèmes

Centre d'Études Doctorales en Sciences des Technologies de l'Information et de l'Ingénieur

AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE DE DOCTORAT

Madame Zineb ELKAIMBILLAH

Soutiendra publiquement sa thèse de Doctorat en Informatique

Le 07 Octobre 2026 à 15h au Grand Amphi à l'ENSIAS

Intitulé de la thèse

**NeSy-Guidance : une approche neuro-symbolique basée sur un
graphe de connaissances dynamique pour une orientation
académique personnalisée et évolutive**

Président :

Pr. Mahmoud NASSAR, PES, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

Directeur de thèse :

Pr. Mahmoud EL HAMLAOUI, MCH, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

Rapporteurs :

Pr. Samir MBARKI, PES, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail de Kénitra

Pr. Mohamed LAZAAR, PES, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

Pr. Sara AREZKI, MCH, Faculté des sciences et techniques de Settat

Examineur(s) :

Pr. Hatim GUERMAH, MCH, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

Résumé :

Les avancées récentes en intelligence artificielle (IA) transforment profondément les systèmes éducatifs et ouvrent de nouvelles perspectives pour l'accompagnement des étudiants dans leurs choix d'orientation. Cependant, la diversité des formations, la complexité des critères d'admission et l'hétérogénéité des profils rendent la recommandation académique particulièrement exigeante, nécessitant des approches capables de concilier précision, adaptabilité et conformité institutionnelle. Dans ce contexte, cette thèse propose NeSy-Guidance, une approche neuro-symbolique fondée sur un graphe de connaissances dynamique, combinant raisonnement logique et apprentissage neuronal via des réseaux de neurones sur graphes (GCN). Cette architecture exploite à la fois les contraintes académiques explicites et les relations implicites entre entités pour produire des recommandations personnalisées et conformes. Le graphe de connaissances est construit à partir de données structurées et non structurées, enrichies par des techniques de traitement automatique du langage naturel, ce qui assure son actualisation continue et son adaptation aux évolutions académiques. L'approche proposée a été évaluée sur deux contextes complémentaires : le jeu de données Parcoursup (France), représentant un environnement académique structuré à grande échelle, et un jeu de données académique marocain collecté localement. Cette double validation démontre la robustesse et la généralisabilité du modèle dans des contextes hétérogènes. Les résultats obtenus montrent que NeSy-Guidance offre des performances élevées en termes de pertinence des recommandations, mesurées par la précision, le rappel, la F-mesure et le nDCG. La conformité institutionnelle est évaluée à l'aide du taux de conformité institutionnelle (TCI), tandis que la capacité du système à évoluer dans un environnement dynamique est analysée à travers le taux de stabilité des recommandations (TSR), la variation moyenne des représentations latentes (Δ_{stable}) et le taux de conformité post mise à jour du graphe (TCM). Ainsi, cette recherche met en évidence l'intérêt des approches neuro-symboliques pour le développement de systèmes de recommandation éducatifs intelligents, capables de concilier personnalisation, robustesse et conformité institutionnelle dans des environnements évolutifs.

Mots-clés :

Approche neuro-symbolique, Conformité académique, Graphe de connaissances dynamique, Intelligence artificielle, Orientation académique, Personnalisation adaptative, Réseaux de neurones sur graphes (GCN), Système de recommandation éducatif

Abstract:

Recent advances in artificial intelligence (AI) are profoundly transforming educational systems and opening new perspectives for supporting students in their academic orientation choices. However, the diversity of educational programs, the complexity of admission criteria, and the heterogeneity of student profiles make academic recommendation particularly challenging, requiring approaches capable of combining accuracy, adaptability, and institutional compliance. In this context, this thesis proposes NeSy-Guidance, a neuro-symbolic approach based on a dynamic knowledge graph, combining logical reasoning and neural learning through Graph Convolutional Networks (GCN). This architecture leverages both explicit academic constraints and implicit relationships between entities to generate personalized and compliant recommendations. The knowledge graph is constructed from structured and unstructured data, enriched using natural language processing techniques, ensuring its continuous updating and adaptation to evolving academic contexts. The proposed approach is evaluated on two complementary settings : the Parcoursup dataset (France), representing a large-scale structured academic environment, and a Moroccan academic dataset collected locally. This dual validation demonstrates the robustness and generalizability of the model across heterogeneous contexts. The results show that NeSy-Guidance achieves high performance in terms of recommendation relevance, measured using precision, recall, F1-score, and nDCG. Institutional compliance is evaluated through the Institutional Compliance Rate (ICR), while the system's ability to operate in a dynamic environment is assessed using the Recommendation Stability Rate (RSR), the variation of latent representations (Δ_{stable}), and the post-update compliance rate (MCR). Thus, this research highlights the potential of neuro-symbolic approaches for developing intelligent educational recommender systems capable of combining personalization, robustness, and institutional compliance in evolving environments. Keywords : Academic orientation, Adaptive personalization, Artificial intelligence, Dynamic knowledge graph, Educational recommender systems, Graph Convolutional Networks (GCN), Neuro-symbolic approach, Institutional compliance.

Keywords:

Academic orientation, Adaptive personalization, Artificial intelligence, Dynamic knowledge graph, Educational recommender systems, Graph Convolutional Networks (GCN), Neuro-symbolic approach, Institutional compliance.