الجمهورية الشعبية الديمقراطية الجزائرية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة العليا للإعلام الآلي 08 ماي 1945 بسيدي بلعباس
École Supérieure en Informatique
-08 Mai 1945- Sidi Bel Abbès

THESIS

To obtain the diploma of **Master**
Field: **Computer Science**
Specialty: **Artificial Intelligence and Data Sciences (AIDS)**

Theme

Graph Based Learnig For Multimodal Route Recommendation

Presented by:

DAOUD BRAHIM

Defended on: **September 15, 2024**
In front of the jury composed of:

Ms. BENCHERIF KHEYRA	President
Ms. Amina TAOULI	Examiner
Mr. KHALDI Belkacem	Supervisor
Mr. Zakaryia Ghalmane	Supervisor

Academic Year : 2023/2024

Abstract

This master's thesis explores cutting-edge technologies in multimodal route recommendations and graph-based learning, focusing on their application to optimizing student transportation on the CESI campus in France, as part of the "MonTrajet Vert" project. The core of the study is an in-depth exploration of the latest advances in machine learning, particularly in the field of transport networks and environmental sustainability. We begin with a comprehensive review of state-of-the-art methodologies in multimodal route recommendation systems and graph learning algorithms. We then apply this knowledge to develop a sophisticated system that integrates real-time traffic data and climatic factors into a multimodal transport graph.

The first step of this research involved exploring high-fidelity multimodal transport graphs, using the latest graph learning techniques to accurately model the complex interdependencies between different modes of transport and travelers. In the second step, we employed advanced machine learning models to analyze this graph, providing route recommendations that are both efficient and environmentally friendly. This includes using recent innovations in climate-aware routing and modeling user preferences.

The study also includes a comparison between these modeling techniques for the multimodal recommendation problem and their significant improvements in recommendation accuracy and user satisfaction. It discusses how to incorporate meteorological data into the recommendation process, highlighting the potential of integrating modern graph learning techniques with multimodal transport systems. This research contributes to the field by deepening our understanding of the capabilities and limitations of current technologies, paving the way for future innovations in sustainable urban mobility solutions.

Keywords : Multimodal Route Recommendation Graph-Based Learning Climate-Aware Routing Real-Time Traffic Data User Preference Modeling High-Fidelity Transportation Graph Sustainable Transport Mobility Optimization

---

Résumé

Cette these de master explore les technologies de pointe dans les recommandations de trajets multimodaux et l'apprentissage basé sur les graphes, en se concentrant sur leur application à l'optimisation du transport des étudiants sur le campus CESI en France est présenté comme partie du projet "MonTrajet Vert". Le cœur de l'étude est une exploration approfondie des dernières avancées en apprentissage automatique, en particulier dans le domaine des réseaux de transport et de la durabilité environnementale. Nous commençons par une revue complète des méthodologies à la pointe dans les systèmes de recommandation de trajets multimodaux et les algorithmes d'apprentissage sur les graphes.

La première étape de cette recherche a consisté à explorer les graphes de transport multimodal à haute fidélité, en utilisant les dernières techniques d'apprentissage sur les graphes pour modéliser avec précision les interdépendances complexes entre les différents modes de transport ansi que les voyageurs. Dans la deuxième étape, nous avons employé des modèles avancés d'apprentissage automatique pour analyser ce graphe, fournissant des recommandations de trajets qui sont à la fois efficaces et respectueuses de l'environnement. Cela inclut l'utilisation des innovations récentes dans le routage conscient du climat et la modélisation des préférences des utilisateurs.

L'étude comprend également la comparaision entre ces thequnique de modelisation du problem de recommendation multimodal et ses améliorations significatives en termes de précision des recommandations et de satisfaction des utilisateurs, ansi comment inclure les donnée meterologique dans la recommendation en soulignant le potentiel de l'intégration des ces techniques modernes d'apprentissage sur les graphes avec les systèmes de transport multimodal. Cette recherche contribue au domaine en approfondissant notre compréhension des capacités et des limitations des technologies actuelles, ouvrant la voie à de futures innovations dans les solutions de mobilité urbaine durable.

Mots-clés: Recommandation de route multimodale basée sur l'apprentissage par graphes, prise en compte du climat, routage avec données de trafic en temps réel, modélisation des préférences des utilisateurs, graphe de transport haute fidélité, transport durable, optimisation de la mobilité.

ملخص

تستكشف هذه الرسالة في مرحلة الماجستير أحدث التقنيات في توصيات المسارات متعددة الوسائط والتعلم القائم على الرسوم البيانية، مع التركيز على تطبيقها في تحسين نقل الطلاب في حرم ثيصي بفرنسا، وذلك كجزء من مشروع آينةرژت طرتْ. يتمحور جوهر الدراسة حول استكشاف متعمق لأحدث التطورات في التعلم الآلي، خاصة في مجال شبكات النقل والاستدامة البيئية. نبدأ بمراجعة شاملة للمنهجيات المتطورة في أنظمة توصية المسارات متعددة الوسائط والخوارزميات القائمة على التعلم من الرسوم البيانية. ثم نطبق هذه المعرفة لتطوير نظام متقدم يدمج بيانات المرور في الوقت الفعلي والعوامل المناخية في رسم بياني للنقل متعدد الوسائط.

تضمنت الخطوة الأولى من هذا البحث استكشاف الرسوم البيانية عالية الدقة للنقل متعدد الوسائط، باستخدام أحدث تقنيات التعلم على الرسوم البيانية لنمذجة التداخلات المعقدة بدقة بين أنماط النقل المختلفة والمسافرين. في الخطوة الثانية، استخدمنا نماذج التعلم الآلي المتقدمة لتحليل هذا الرسم البياني، مما يوفر توصيات مسارات فعالة وصديقة للبيئة. يشمل ذلك استخدام الابتكارات الحديثة في التوجيه الواعي للمناخ ونمذجة تفضيلات المستخدمين.

تتضمن الدراسة أيضًا مقارنة بين هذه التقنيات في نمذجة مشكلة التوصيات متعددة الوسائط والتحسينات الكبيرة التي تحققها من حيث دقة التوصيات ورضا المستخدمين، وتناقش كيفية تضمين البيانات المناخية في عملية التوصية، مع التأكيد على إمكانيات دمج تقنيات التعلم الحديثة على الرسوم البيانية مع أنظمة النقل متعددة الوسائط. تُسهم هذه الدراسة في تعميق فهمنا لقدرات وحدود التقنيات الحالية، مما يمهد الطريق للابتكارات المستقبلية في حلول التنقل الحضري المستدام.

الكلمات المفتاحية توصيات متعددة الوسائط للمساراتتعلم قائم على الرسوم البيانية، توجيه يأخذ بعين الاعتبار التغيرات المناخية، بيانات حركة المرور في الوقت الحقيقي، نمذجة تفضيلات المستخدم، رسم بياني للنقل عالي الدقة، نقل مستدام، تحسين النقل.