الجمهورية الشعبية الديمقراطية الجزائرية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
المدرسة العليا للإعلام الآلي 08 ماي 1945 بسيدي بلعباس

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
École Supérieure en Informatique
-08 Mai 1945- Sidi Bel Abbès

THESIS

To obtain the diploma of **Engineer**
Field: **Computer Science**
Speciality: **Artificial Intelligence and Data Science (IASD)**

Theme

First Steps Towards a Better Prediction of the Mechanical Properties of Biobased Concrete and Fiber-Reinforced Mortar via Artificial Intelligence Models

---

Presented by:
KAOUANE Ameur

Submission Date: **September, 2024**
In front of the jury composed of:

Mr. CHAIB Souleyman	President
Mr. TEDJDITI Ahmed Kamel	Supervisor
Mr. KHALDI Belkacem	Co-Supervisor
Mr. Sergio PONS RIBERA	Co-Supervisor
Ms. BOUSMAHA Rabab	Examiner

Academic Year : 2023/2024

Abstract

The burgeoning interest in sustainable construction has fostered the development of Bio-based Concrete and Fiber-reinforced Mortar (FRM), both aimed at reducing environmental impact while enhancing structural performance. Bio-based concrete utilizes renewable resources like plant fibers and agricultural by-products, while FRM incorporates discrete fibers to improve mechanical properties such as compressive and flexural strengths.

This thesis employs a deep learning approach to predict the mechanical properties of bio-based concrete and FRM, critical for assessing their suitability in structural applications. Accurate prediction of these properties enhances design efficiency and ensures reliability in construction projects.
The study begins with a comprehensive review of bio-based concrete and FRM, focusing on their compositions, benefits, and current methods for predicting mechanical properties. Traditional methods often lack precision and are resource-intensive due to the variety of materials and fibers used. To address these challenges, a deep learning model is developed using neural networks to capture the complex relationships between material components and mechanical strengths. Inputs such as bio-based material type, fiber content, curing conditions, and mixture properties are integrated to predict Compressive Strength (CS) for bio-based concrete and both CS and Flexural Strength (FS) for FRM.
Data from experiments and literature are collected, preprocessed, and used to train and validate the model using TensorFlow and Keras. Performance metrics such as Mean Absolute Error (MAE), Mean Squared Error (MSE), and Coefficient of Determination (R^2) are optimized to ensure robust predictions.

In summary, this thesis contributes to sustainable construction by offering an innovative method to predict the mechanical properties of bio-based concrete and FRM. By improving the accuracy and efficiency of these predictions, this research supports the adoption of environmentally friendly building materials in construction practices.

Keywords— Bio-based concrete, Fiber-reinforced mortar, Concretes mechanical properties, Compressive Strength, Flexural Strength, Deep Learning, Artificial Neural Networks

الملخص

أدى الاهتمام المتزايد بالبناء المستدام إلى تعزيز تطوير الخرسانة الحيوية والخرسانة المسلحة بالألياف ،(FRM) وكلاهما يهدف إلى تقليل التأثير البيئي مع تعزيز الأداء الهيكلي. تستخدم الخرسانة الحيوية مصادر متجددة مثل الألياف النباتية والمنتجات الزراعية الثانوية، بينما تشتمل الخرسانة المسلحة المدعمة بالألياف على ألياف منفصلة لتحسين الخواص الميكانيكية مثل قوة الضغط والانحناء. تستخدم هذه الأطروحة منهج التعلم العميق للتنبؤ بالخواص الميكانيكية للخرسانة الحيوية ،FRM وهو أمر بالغ الأهمية لتقييم مدى ملاءمتها للتطبيقات الإنشائية.

إن التنبؤ الدقيق بهذه الخصائص يعزز كفاءة التصميم ويضمن الموثوقية في مشاريع البناء. تبدأ الدراسة بمراجعة شاملة للخرسانة ذات الأساس الحيوي ،FRM مع التركيز على تركيباتها وفوائدها والأساليب الحالية للتنبؤ بالخصائص الميكانيكية. غالبًا ما تفتقر الطرق التقليدية إلى الدقة وتستهلك الكثير من الموارد نظراً لتنوع المواد والألياف المستخدمة. ولمواجهة هذه التحديات، تم تطوير نموذج التعلم العميق باستخدام الشبكات العصبية لالتقاط العلاقات المعقدة بين مكونات المواد والقوة الميكانيكية. يتم دمج المدخلات مثل نوع المادة ذات الأساس الحيوي، ومحتوى الألياف، وظروف المعالجة، وخصائص الخليط للتنبؤ بقوة الضغط للخرسانة ذات الأساس الحيوي وكل من قوة الضغط والانحناء لـ .FRM

يتم جمع البيانات من التجارب والأدبيات ومعالجتها مسبقًا واستخدامها لتدريب النموذج والتحقق من صحته باستخدام TensorFlow وKeras. تم تحسين مقاييس الأداء مثل متوسط الخطأ المطلق ،(MAE) ومتوسط الخطأ التربيعي ،(MSE) ومعامل التحديد (R^2) لضمان تنبؤات قوية.

باختصار، تساهم هذه الأطروحة في البناء المستدام من خلال تقديم طريقة مبتكرة للتنبؤ بالخواص الميكانيكية للخرسانة الحيوية .FRM ومن خلال تحسين دقة وكفاءة هذه التنبؤات، يدعم هذا البحث اعتماد مواد بناء صديقة للبيئة في ممارسات البناء.

الكلمات المفتاحية: الخرسانة الحيوية، الخرسانة المسلحة بالألياف، الخواص الميكانيكية للخرسانة، قوة الضغط، قوة الانثناء، التعلم العميق، الشبكات العصبية الاصطناعية

Résumé

L'intérêt croissant pour la construction durable a favorisé le développement du béton biosourcé et du béton fibré (FRC), tous deux visant à réduire l'impact environnemental tout en améliorant les performances structurelles. Le béton d'origine biologique utilise des ressources renouvelables telles que des fibres végétales et des sous-produits agricoles, tandis que le FRC incorpore des fibres discrètes pour améliorer les propriétés mécaniques telles que la résistance à la compression et à la flexion. Cette thèse utilise une approche d'apprentissage profond pour prédire les propriétés mécaniques du béton biosourcé et des FRC, essentielles pour évaluer leur adéquation aux applications structurelles.

Une prévision précise de ces propriétés améliore l'efficacité de la conception et garantit la fiabilité des projets de construction. L'étude commence par un examen complet du béton biosourcé et du FRC, en se concentrant sur leurs compositions, leurs avantages et les méthodes actuelles de prévision des propriétés mécaniques. Les méthodes traditionnelles manquent souvent de précision et nécessitent beaucoup de ressources en raison de la variété des matériaux et des fibres utilisés. Pour relever ces défis, un modèle d'apprentissage profond est développé à l'aide de réseaux de neurones pour capturer les relations complexes entre les composants matériels et les résistances mécaniques. Des informations telles que le type de matériau biosourcé, la teneur en fibres, les conditions de durcissement et les propriétés du mélange sont intégrées pour prédire la résistance à la compression du béton biosourcé et les résistances à la compression et à la flexion pour le FRC.

Les données issues d'expériences et de la littérature sont collectées, prétraitées et utilisées pour entraîner et valider le modèle à l'aide de TensorFlow et Keras. Les mesures de performance telles que l'erreur absolue moyenne (MAE), l'erreur quadratique moyenne (MSE) et le coefficient de détermination (R2) sont optimisées pour garantir des prédictions robustes.

En résumé, cette thèse contribue à la construction durable en proposant une méthode innovante pour prédire les propriétés mécaniques du béton biosourcé et du FRC. En améliorant l'exactitude et l'efficacité de ces prévisions, cette recherche soutient l'adoption de matériaux de construction respectueux de l'environnement dans les pratiques de construction.
Mots clés: Béton biosourcé, Mortier fibré, Propriétés mécaniques des bétons, Résistance à la compression, Résistance à la flexion, Deep Learning, Réseaux de neurones artificiels