



جامعة محمد الخامس بالرباط
Université Mohammed V de Rabat

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

Monsieur Lahcen NIHARMINE

Soutiendra publiquement sa thèse de Doctorat en Informatique

Le Samedi 14 Juin 2025 à 10h00 au Grand Amphi de l'ENSIAS de Rabat

Intitulé de la thèse

**New Approaches based on Deep Neural Networks and
Metaheuristic Methods for the Tifinagh Handwritten Characters
Recognition**

Président et Rapporteur :

Pr. Khalid NAFIL, PES, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

Directeur de thèse :

Pr. Benaceur OUTTAJ, PES, FSJES-Souissi, Université Mohammed V de Rabat

Rapporteurs :

Pr. Mohamed FAKIR, PES, FST, Université Sultan Moulay Slimane, Beni Mellal

Pr. Mohammed MOURCHID, PES, FS, Université Ibn Tofaïl, Kénitra

Examineurs :

Pr. Abdellah YOUSFI, PES, FSJES-Souissi, Université Mohammed V de Rabat

Pr. Rachid EL AYACHI, PES, FST, Université Sultan Moulay Slimane, Béni Mellal

Pr. Mohamed BINIZ, MCH, FP, Université Sultan Moulay Slimane, Béni Mellal



Résumé: La forte avancée du domaine du traitement automatique du langage naturel a abouti à la mise en place d'outils intelligents pour plusieurs langues, permettant d'analyser, de comprendre et même de reconnaître des écritures manuscrites. Toutefois, ces outils restent encore très limités en ce qui concerne les langues dites « à faibles ressources », en particulier la langue amazighe. L'un des principaux défis à relever est de développer un système capable d'effectuer une reconnaissance automatique de ses caractères manuscrits Tifinagh, avec toutes leurs variations et styles.

Cette thèse porte sur la reconnaissance automatique des caractères manuscrits de l'alphabet amazigh en utilisant l'intelligence artificielle et les méthodes métaheuristiques. Dans ce cadre, nous avons d'abord proposé une approche structurale basée sur les caractéristiques de gradient de direction pour la génération des propriétés, et les réseaux de neurones classiques pour la classification et la reconnaissance. Cette méthode a donné de fructueux résultats sur la base de données des caractères manuscrits amazighs. Cependant, elle présente des limites dans l'apprentissage des caractères composés. Afin de pallier ces limites, nous avons introduit les algorithmes génétiques dans la phase de génération des caractéristiques. Cette amélioration a permis d'optimiser les données d'entraînement des réseaux de neurones et d'obtenir de meilleurs résultats en termes de reconnaissance.

L'inconvénient des deux approches précédentes réside dans le temps requis pour les phases de prétraitement et de génération des caractéristiques. C'est pourquoi nous avons introduit un système basé sur les réseaux de neurones convolutifs et optimisé par rapport à d'autres solutions. Ce système a permis d'obtenir d'excellents résultats en termes de performances, de temps d'exécution et de précision.

Mots-clés: Algorithmes génétiques, Reconnaissance automatique des caractères, Réseaux de neurones convolutifs, Réseaux de neurones artificiels, Tifinagh.



Abstract: The significant advancement of the field of natural language processing (NLP) has led to the development of intelligent tools for several languages, enabling the analysis, understanding, and even recognition of handwritten texts. However, these tools remain very limited when it comes to so-called "low-resource" languages, particularly the Amazigh language. One of the main challenges is to develop a system capable of automatically recognizing its handwritten Tifinagh characters, with all their variations and styles.

The subject of this thesis is the automatic recognition of Tifinagh handwritten characters using artificial intelligence and metaheuristic methods. In this work, we first proposed a structural approach based on directional gradient features for feature generation, combined with classical neural networks for classification and recognition. This method achieved good results on a database of handwritten Tifinagh characters. However, it has limitations in processing composite characters. To address these limitations, we introduced genetic algorithms in the feature generation phase. This enhancement improved the training data for neural networks and led to better recognition results.

The main drawback of the two previous approaches is the time required for preprocessing and feature generation. To overcome this, we developed a system based on convolutional neural networks, optimized in comparison to other methods. This system achieved excellent performance in terms of execution time, accuracy, and overall efficiency.

Keywords: Artificial Neural Networks, Convolutional Neural Networks, Genetic Algorithms, Optical Character Recognition, Tifinagh.