

AVIS DE SOUTENANCE

THESE DE DOCTORAT

Présentée par

Mme : HOUDA HARKAT

Spécialité : Télécommunication

Sujet de la thèse : Intelligent support system for ground penetrating radar data inversion.

Formation Doctorale : Sciences de l'ingénieur Sciences Physiques, Mathématiques et Informatique.

Thèse présentée et soutenue le jeudi 12 juillet 2018 à 15h au centre des conférences devant le jury composé de :

Nom Prénom	Titre	Etablissement	
Mostafa MRABTI	PES	Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Fès	Président
Mohammed EL ANSARI	PES	Faculté des Sciences d'Agadir	Rapporteur
Hamid BENNIS	PH	Ecole Supérieure de Technologie de Meknès	Rapporteur
Hakim EL FADILI	PH	Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Fès	Rapporteur
Eduardo DE BARROS RUANO ANTONIO	PES	University of Algarve, Faro, Portugal	Examineur
Maria DAGRACA CRISTO DOS SANTOS LOPES RUANO	PES	University of Algarve, Faro, Portugal	Examineur
Saad BENNANI DOSSE	PES	Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Fès	Directeur de thèse

Laboratoire d'accueil : Laboratoire Energies renouvelables et systèmes Intelligents.

Etablissement : Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Fès.

Titre de la thèse : Intelligent support system for ground penetrating radar data inversion

Nom du candidat : Houda HARAKAT

Spécialité : Télécommunication

Résumé de la thèse

Le géo-radar (GPR) est une technologie de détection géophysique à haute résolution qui n'exige pas l'installation de dispositifs antérieurs, et qui est généralement utilisée dans les applications d'exploration minérale et dans le domaine militaire. C'est une technique non invasive repose sur la théorie de propagation des ondes électromagnétiques, ce qui rend le processus d'inversion de données extrêmement difficile puisque la solution numérique des équations d'onde demande beaucoup de temps de calculs.

De point de vue de la reconnaissance de formes, cette tâche pourrait être résolue par les algorithmes d'ajustement standard, comme la transformée de Hough généralisée adaptée aux courbes coniques. Néanmoins, cela donne de mauvais résultats dans les radargrammes (images radar GPR ou B-scans) à plus haute résolution. Dans la littérature, ce problème a été surmonté par une approche en deux étapes qui consiste en une discrimination des régions contenant des hyperboles (signatures cibles), avant d'appliquer la transformée de Hough sur les patches sélectionnés. Les classificateurs proposés dans la phase de discrimination, sont généralement très complexes avec plusieurs étapes combinées, ce qui les empêche d'atteindre la performance souhaitée pour une utilisation en temps réel (sur le terrain).

Cette thèse présente un système intelligent d'inversion des données radar pénétrant au sol, basé sur un système de discrimination de faible complexité combiné avec un schéma de Hough unidimensionnel ('1D Hough'), pour déterminer les paramètres des hyperboles des cibles GPR dans les images B-scan.

La recherche rapportée ici inclut également une proposition d'un schéma Hough unidimensionnel.

La transformation de '1D Hough' repose sur une phase de prétraitement primordiale qui affecte directement ses performances. Une étape de correction de la vitesse a également été proposée.

Pour la discrimination des hyperboles GPR, un classificateur de réseau de neurones à fonction de base radiale (RBF) a été conçu en utilisant un algorithme génétique multi-objectif (MOGA). En effet, la structure, les paramètres et les caractéristiques du classificateur ont été choisis en fonction de l'utilisation d'objectifs multiple (souvent conflictuels) assurant une maximisation de la précision de la classification et une bonne généralisation de ses performances par rapport aux données invisibles (partition de test).

Pour choisir la meilleure architecture, plusieurs scénarios ont été menés en utilisant le Framework MOGA. Les meilleurs résultats ont été obtenus à partir du scénario où une procédure antérieure de sélection d'entités d'informations mutuelles (MIFS) a été effectuée avant de fournir les données à MOGA.

Deux bases de données non publiques ont été construites pour tester le système automatique proposé. Pour la première base de données, une précision de 88,9% avec un taux de faux négatif (FN) de 20,69% a été obtenue sur un ensemble de validation de 628 échantillons. Pour la deuxième base de données avec un ensemble de validation de 592 échantillons, une précision de 95,26%, avec un FN de 9,33% a été atteinte.

Les résultats actuels montrent que le classificateur RBF conçu par MOGA est meilleur en termes de performances de classification que les machines à vecteur de support (SVM) et le réseau de neurones convolutionnels (CNN), malgré l'énorme différence de complexité des deux classificateurs. Les résultats obtenus par l'approche proposée se comparent également favorablement avec d'autres solutions publiées similaires, obtenant le même niveau de performance ou légèrement meilleur, avec une forte diminution de la complexité du modèle.

Mots-clés: Radar pénétrant au sol, inversion de données, transformée de Hough, réseaux de neurones RBF; Algorithme génétique multi-objectif; Informations mutuelles...