

PREDISOL

Caractérisation de l'évolution temporelle des régions actives en vue de la prédiction d'éruptions solaires

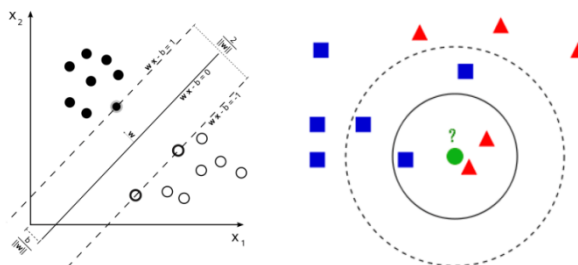
DUREE
01/10/2013 - 31/12/2015

BUDGET
148.920 €

DESCRIPTION DU PROJET

Contexte

Les éruptions solaires de type 'flare' sont les manifestations les plus puissantes de l'activité solaire, pouvant aller jusqu'à perturber les communications radio et ionosphériques. En météorologie de l'espace, on doit prédire de manière fiable lorsqu'une telle éruption va se produire. Cela revient à prédire le plus tôt possible si une région active va se développer en produisant des éruptions de grandes ampleurs ou non. Environ une région active sur dix produira lors de son existence une ou plusieurs éruptions de grande ampleur (classe minoritaire), tandis que neuf régions sur dix ne produiront pas d'éruptions ou seulement des éruptions de faible amplitude (classe majoritaire). Cependant, un risque plus élevé est associé à une mauvaise prédiction de la classe minoritaire.



Objectifs généraux et questions de recherche sous-jacentes

L'objectif de PREDISOL est la caractérisation de l'évolution des régions actives afin de relier cette évolution à la production (ou non) d'éruptions solaires. Cette caractérisation s'effectue via des quantités calculées à partir de magnétogrammes et d'images en lumière blanche. Un premier objectif est de fournir une classification optimale entre les régions actives susceptibles de produire des éruptions de grande ampleur et les régions plus calmes, tout en tenant compte du déséquilibre, au niveau du nombre de régions actives appartenant à ces deux catégories. Le second objectif est de modéliser des séquences vidéo de magnétogrammes et d'images en lumière blanche afin de faire de l'inférence statistique sur leur structure de corrélation, d'obtenir un modèle de prédiction, et d'extraire des informations sur les processus physiques en jeu dans ces phénomènes éruptifs.

Méthodologies

Pour le premier objectif, nous considérons un ensemble de variables prédictives qui spécifient l'état d'une région active. Ces variables sont calculées sur des séquences d'images de trois jours montrant la phase ascendante des régions actives jusqu'à leur première éruption importante, ou (lorsqu'il n'y a pas d'éruptions importantes) jusqu'à ce qu'elles atteignent leur taille maximale. Nous visons à différencier les régions actives qui vont produire des éruptions importantes des autres régions en utilisant les valeurs données au cours du temps par ces variables. Nous utiliserons pour cela des algorithmes d'apprentissage automatique (machine learning) tels que les machines à vecteurs de support, la méthode des plus proches voisins, et les ensembles de classificateurs. Pour le second objectif, nous utiliserons des techniques telles que l'analyse des images par patch et des modèles graphiques gaussiens afin d'analyser la structure de corrélation dans les magnétogrammes et les images en lumière blanche.

Nature de l'interdisciplinarité

Le succès de ce projet repose sur l'expertise combinée de physiciens solaires et de spécialistes en statistiques et en apprentissage automatique. Le projet rassemble donc des physiciens solaires et des mathématiciens de l'Observatoire royal de Belgique, un expert de l'apprentissage automatique de l'Université catholique de Louvain, et un groupe spécialisé dans le traitement statistique du signal à l'Université du Michigan aux Etats-Unis.

PREDISOL

Alors que le physicien solaire va décrire les paramètres, ou variables prédictives, qui sont les plus à même d'être des précurseurs d'une activité solaire future, l'expert en apprentissage automatique va aider à la conception d'algorithmes d'apprentissage qui prennent en compte les spécificités de la prédiction des éruptions solaires, et qui utilisent les observations de la manière la plus efficace. Par exemple, l'évolution temporelle des variables prédictives recèle une information importante qui doit être prise en compte dans l'algorithme de classification supervisée. La différence de taille d'échantillons entre la classe minoritaire et la classe majoritaire nécessite également des algorithmes spécifiques. Enfin, des discussions entre experts en physique solaire et en apprentissage automatique permettront d'interpréter au mieux les résultats et d'identifier les variables les plus importantes. En collaboration avec le groupe de l'Université du Michigan, nous explorerons également de nouvelles façons d'extraire des informations sur la structure spatiale et temporelle des corrélations issues des séquences vidéo de magnétogrammes et d'images en lumière blanche.

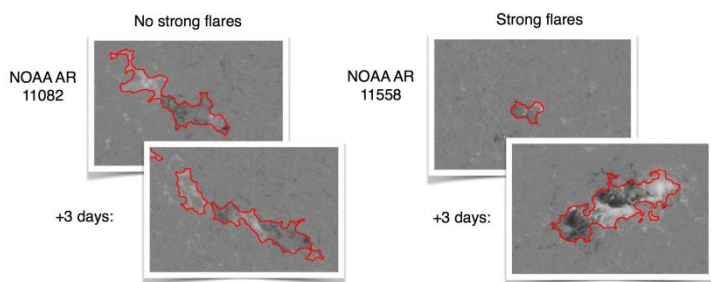
Impact potentiel de la recherche sur le plan scientifique, sociétal et/ou en appui à la décision

Les règles de classifications trouvées dans PREDISOL permettront de mettre en évidence la combinaison de propriétés photosphériques qui doit être présente pour produire des éruptions solaires de grande ampleur. Cela fournira des contraintes observationnelles pour la modélisation théorique des éruptions solaires.

Le but de PREDISOL est de pouvoir donner des alertes pour des fortes éruptions de type 'flare' jusqu'à trois jours à l'avance. Cela servira aux applications de météorologie spatiale ainsi qu'aux missions spatiales solaires qui nécessitent une planification précise plusieurs jours à l'avance, comme c'est le cas pour la mission Solar Orbiter dont le lancement est prévu en 2017.

Description des produits finis de la recherche (modèle, scénario, rapport, workshop, publication, etc.), à court et moyen terme

À court terme, des rapports sur l'avancement du projet seront fournis. A moyen terme, nous présenterons nos résultats dans une revue à comité de lecture. Nous mettrons également à la disposition de la communauté via notre site web les résultats de nos recherches telles que: l'ensemble des données recueillies pour cette étude, les modèles de prévision, et les programmes développés.



COORDONNEES

Coordinateur

Véronique DELOUILLE

Observatoire royal de Belgique (ORB)

SIDC

v.delouille@oma.be

Partenaire international

Alfred HERO

Michigan University

Electrical Engineering and Computer Science

Department

hero@eecs.umich.edu

LIENS

<http://sdoatsidc.oma.be/web/sdoatsidc/SoftwarePREDISOL>