

PREDISOL

Karakterisering van de tijdsevolutie van actieve regio's voor het voorspellen van zonnevlammen

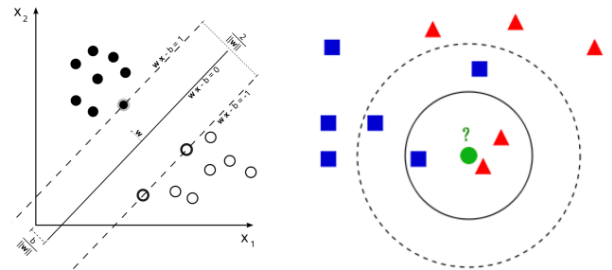
DUUR
 01/10/2013 - 31/12/2015

BUDGET
 148.920 €

PROJECT BESCHRIJVING

Context

Zonnevlammen zijn de meest krachtige voorbeelden van zonneactiviteit. Wanneer ze intens en naar de Aarde gericht zijn, kunnen ze de ionosfeer en radiocommunicatie beïnvloeden. Het verstrekken van een betrouwbare voorspelling met een betrouwbaarheidsinterval voor hun aanvangstijd is dus cruciaal voor ruimteweer-toepassingen. Met name is het van belang zo spoedig mogelijk te voorspellen of een actieve regio zich zal ontwikkelen tot een actieve regio dat zonnevlammen zal produceren. Ongeveer één op de tien actieve regio's zullen één of meerdere grote zonnevlammen produceren (minderheid klasse), terwijl negen van de tien geen of enkel kleine zonnevlammen (meerderheid klasse) zal produceren, maar aan een verkeerde voorspelling van de minderheid klasse is wel een hoger risico verbonden.



Doelstellingen

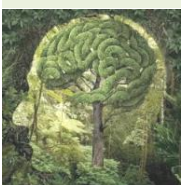
Het doel van PREDISOL is om de ontwikkeling van actieve regio's te karakteriseren door de evolutie van eigenschappen berekend uit magnetogram en continuüm waarnemingen en om deze evolutie te kunnen koppelen aan de productie van grote zonnevlammen. Een eerste doelstelling is om een optimale indeling te voorzien tussen actieve regio's die wel of niet grote zonnevlammen zullen produceren die rekening houdt met de specifieke kenmerken van het probleem zoals de onevenwichtige verdeling tussen de beide klassen. De tweede doelstelling bestaat uit de modellering van sequenties van magnetogram en continuüm waarnemingen om gevolgtrekkingen over hun correlatiestructuur te maken, een model voor voorspellingen af te leiden, en uiteindelijk inzicht te krijgen in de werkzame fysieke processen.

Methodologische aanpak

Voor de eerste doelstelling beschouwen we een verzameling van voorspellende variabelen die de status van een actieve regio samenvatten, en we berekenen deze variabelen op een dataset van beeldsequenties die elk een tijdspanne van 3 dagen lang omvatten waarin de groeifase van actieve gebieden tot op het moment van de eerste grote zonnevlam te zien is, of tot ze hun hoogtepunt van activiteit bereiken. We proberen vervolgens om actieve regio's die waarschijnlijk grote zonnevlammen zullen produceren te onderscheiden van actieve regio's die rustig blijven, gebruik makende van de verschillende tijdsevolutie van deze variabelen. Deze doelstelling zal worden behaald door passende "machine learning" algoritmen te ontwerpen, die gebruik maken van methoden zoals support vector machines, k-Nearest neighbors en ensemble classifiers. Voor de tweede doelstelling zullen we technieken zoals image patch analyse en Gaussian graphical models gebruiken om de correlatiestructuur binnen magnetogram en continuüm waarnemingen te analyseren en er gevolgtrekkingen uit te maken.

Aard van de interdisciplinariteit

Het succes van dit project is gebaseerd op de gecombineerde expertise van de zonnephysica en machine learning velden. Vandaar dat dit project zonnephysici en wiskundigen van de KSB, een machine learning expert van de Universiteit de Louvain, en een groep die gespecialiseerd is in de statistische signaalverwerking aan de Universiteit van Michigan bijeenbrengt.



PREDISOL

Als de zonnefysicus in staat is om te beschrijven welke parameters of voorspellende variabelen waarschijnlijk de beste voorspellers zijn voor opkomende zonnevlammen, zal de machine learning expert helpen bij het ontwerp van een algoritme dat de details van het probleem van de voorspelling van zonnevlammen in acht neemt, en om de beschikbare waarnemingen zo optimaal mogelijk te gebruiken. Eerdere studies suggereren bijvoorbeeld dat cruciale informatie verborgen is in de evolutie van deze parameters doorheen de tijd. Vandaar moet de gesuperviseerde classificatie rekening houden met de tijdsevolutie, maar dit vereist de behandeling van redundantie in de waarden van dezelfde parameter doorheen de tijd. Het onevenwicht tussen de minderheid klasse waarin we geïnteresseerd zijn en de meerderheid klasse vereist het gebruik van specifieke algoritmen die hier rekening mee houden. Ten slotte zal de interpretatie van de resultaten van het classificatie-algoritme en de strategie om de meest kritische parameters te bepalen afhangen van discussies tussen zonnefysici en machine learning experts. Samen met de groep van de Universiteit van Michigan zullen we nieuwe methoden verkennen om informatie over ruimtelijke en temporele correlatie-structuren te extraheren uit sequenties van magnetogram en continuüm afbeeldingen.

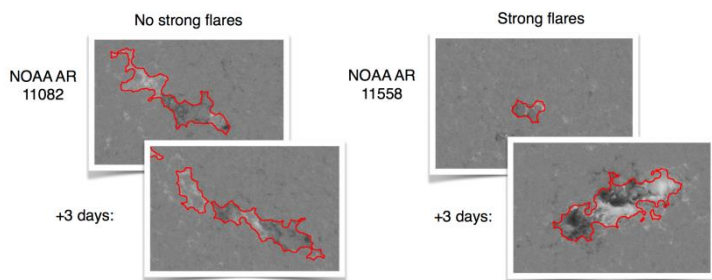
Impact van het onderzoek op wetenschap, maatschappij en besluitvorming

De classificatie-regels die PREDISOL produceert zullen licht werpen op de relevante combinatie van fotosferische eigenschappen die nodig zijn om sterke zonnevlammen te produceren, waardoor de theoretische modellering van zonnevlammen nuttige informatie krijgt.

Het doel van PREDISOL is te kunnen waarschuwen voor sterke zonnevlammen tot 3 dagen op voorhand. Dit zal ruimteweertoeepassingen in het algemeen bevoordelen, maar ook zonnemissies die dagen op voorhand een precieze planning vereisen. Dit zal bijvoorbeeld het geval zijn voor de Solar Orbiter missie waarvan de lancering gepland is voor 2017.

Beschrijving van afgewerkte producten van het onderzoek (model, scenario, verslag, workshop, publicatie, enz.) op korte en middellange termijn

Op korte termijn zullen we verslagen over de vooruitgang van het project publiceren. Op middellange termijn zullen we onze resultaten publiceren in een beoordeeld wetenschappelijk tijdschrift. We zullen eveneens onze beschikbare resultaten, zoals ons voorspellingsmodel voor zonnevlammen, de samengestelde gegevens voor deze studie en de software die gebruikt werd om deze gegevens te analyseren en het voorspellingsmodel op te stellen, beschikbaar maken.



CONTACT INFORMATIE

Coördinator

Véronique DELOUILLE

Koninklijke Sterrenwacht van België (KSB)
SIDC
v.delouille@oma.be

Internationale partner

Alfred HERO

Michigan University
Electrical Engineering and Computer Science
Department
hero@eecs.umich.edu

LINKS

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