

DEEPSUN

Interconnectie en valorisatie van zonnedatasets over lange tijdsperioden, via deep learning

DUUR
15/12/2019 - 15/03/2024

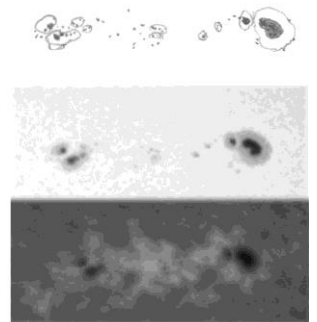
BUDGET
556 847 €

PROJECT BESCHRIJVING

Context

Zonnevlekken zijn donkere, 'koude' plekken die in groepen op het oppervlak van de zon verschijnen als een uiting van zonnemagnetisme. Het bestuderen van de evolutie van zonnevlekken op lange termijn is van belang voor verschillende aspecten van de zonnefysica, van helioseismologie tot het modelleren van straling en de voorspelling van ruimteweerfenomenen.

De Koninklijke Sterrenwacht van België (ROB) speelt een belangrijke rol in waarnemingen van zonnevlekken: in 1939 startte het ROB zonnestation (genaamd 'USET', voor Uccle Solar Equatorial Table) een waarnemingsprogramma in samenwerking met het Zürich Observatory. Dit bestaat uit dagelijkse tekeningen van de zonnevlekkenconfiguratie. Deze collectie telt sinds juli 2019 ong. 23000 tekeningen en wordt nog dagelijks aangevuld. In dit project zullen we deze tekeningen van zonnevlekken gebruiken, samen met twee andere datasets die zijn geproduceerd door USET: witlichtbeelden (WL), genomen sinds 2002, en calcium beelden (CaIIK), genomen sinds 2012, zie tabel 1. De co-temporele en co-ruimtelijke acquisitie van tekeningen, wit licht en CaIIK-beelden maakt het mogelijk om deze datasets met elkaar te verbinden met behulp van nieuwe beeldverwerkingstechnieken, zie figuur 1.



Figuur 1 Zonnevlekgroep op een tekening (bovenste paneel), een WL-beeld (midden) en een CaIIK-beeld (onderaan)

Soorten beelden	Beschikbaar vanaf	Aantal tekeningen	Aantal dagen met waarneming	Tekeningen, beelden [2002-2007]	Tekeningen, beelden [2012-2019]
Tekening	maart 1940	23831		1987	2080
Wit licht WL	februari 2002	5135	3895	3465	14680
Calcium CaIIK	augustus 2012	1879	1766	0	16034

Tabel 1: Beschikbaarheid van USET-gegevens vanaf 1 juli 2019. Voor CCD-camera's kunnen meerdere beelden op één dag worden opgenomen. Er zijn geen waarnemingen aangegeven voor de periode [2008-2011] omdat er toen maar weinig zonnevlekken waren (zonne minimum).

Algemene doelstellingen en onderliggende onderzoeksvragen

Het algemene doel van dit project is het produceren van nieuwe producten voor de wetenschappelijke data-exploitatie en -verspreiding vanuit de verschillende USET-datasets. We willen in het verleden teruggaan door gebruik te maken van het verband tussen tekeningen en WL-beelden enerzijds, en WL- en CaIIK-beeldenreeksen anderzijds. Het doel is om belangrijke informatie uit het verleden te reconstrueren wanneer er geen directe gegevens beschikbaar zijn, (zoals magnetische informatie of een meting van de zonnestraling). Om terug te gaan in het verleden, zullen we gebruik maken van de vooruitgang die momenteel gemaakt wordt op het gebied van signaalverwerking. Tijdens dit proces zullen we algoritmen afleiden voor de:

- Vertaling van tekeningen van zonnevlekken naar beelden met wit licht (WL)
- Automatische classificatie van zonnevlekgroepen op WL-beelden
- Volgen van zonnevlekgroepen op WL-beelden
- Verbanden tussen fotosferische (WL) en chromosferische (CaIIK) sequenties van waarnemingen

DEEPSUN

Methodologie

De rijkdom aan hedendaagse informatie ivm zonneactiviteit willen we gebruiken om onze kennis van het verleden te verbeteren. We zullen voortbouwen op de vooruitgang die momenteel plaatsvindt in methoden voor signaalverwerking, en in het bijzonder in beeld-naar-beeld vertaalmethoden op basis van convolutionele neurale netwerken (CNN). Dit vereist een zorgvuldige voorbereiding van de gegevens, met in het bijzonder de nauwkeurige bepaling van de grenzen van zonnevlekgroepen en het volgen van deze groepen doorheen de tijd. CNN zal ook worden gebruikt om een geautomatiseerde classificatie van zonnevlekgroepen op basis van fotosferische informatie te ontwikkelen.

Potentiële impact op onderzoek

Door tekeningen te vertalen naar wit licht beelden, kan tot 1940 worden teruggedaan met een standaard beeldvormingstechniek.

Met een *geautomatiseerde classificatietool* voor zonnevlekken zullen we onafhankelijk zijn van de door de mens gemaakte classificatie en kunnen we de latentie van voorspellingen verminderen.

Het volgen van zonnevlekgroepen op WL-beelden zal langetermijnstudies van de dynamiek van zonnevlekken mogelijk maken, op basis van bijna 8 zonnecycli van waarnemingen. Momenteel worden dergelijke studies uitgevoerd met waarnemingen van slechts 3 zonnecycli. De evolutie van zonnevlekken is bijvoorbeeld belangrijk in het kader van ruimteweestudies.

De zonnestraling wordt sinds 1978 rechtstreeks vanuit de ruimte gemeten. Deze grootte is van cruciaal belang om het effect van de zon op ons klimaat te begrijpen, van het verre verleden tot in de toekomst. Om verder in het verleden te gaan, gebruiken onderzoekers tegenwoordig voornamelijk lineaire regressies. Er zijn ook pogingen om de straling van CaIIK-beelden beter te reconstrueren, aangezien deze beelden verder in het verleden beschikbaar zijn. De kwaliteit, consistentie en beschikbaarheid van de historische gegevens lopen echter sterk uiteen. Onze CaIIK-waarnemingen, aangevuld met gelijktijdige WL-waarnemingen, ook al zouden ze maar tot 1940 teruggaan, zullen een belangrijke bijdrage leveren aan deze bestralingsstudie

Beschrijving van de verwachte finale onderzoeksresultaten en valorisatie-perspectieven

De output van de ontwikkelde algoritmen wordt toegevoegd aan een 'geconsolideerde database van zonnevlekgroepen'. Samen met de gestandaardiseerde USET-beelden vormen ze nieuwe USET-dataproducten. We zullen deze hoogwaardige producten beschikbaar maken via virtuele observatoria en een standaard data-toegangsprotocol, met als primaire doelgroepen collega's van de wetenschappelijke gemeenschap en ruimteweer operatoren. Het doel is dat zonnefysici deze afgeleide producten kunnen gebruiken, bijvoorbeeld voor studies van zonnevlekkenevolutie of voor de reconstructie van zonnestraling in het verleden. Valorisatie naar de wetenschappelijke gemeenschap zal plaatsvinden door de publicatie van wetenschappelijke artikelen en door communicatie op conferenties. Het grote publiek zal ook worden aangemoedigd om aan onze inspanningen deel te nemen, via een burgerwetenschappelijk (citizen science) initiatief voor het beoordelen van de kwaliteit van de classificatie van zonnevlekgroepen.

CONTACT INFORMATIE

Coördinator

Dr Véronique Delouille
Koninklijke Sterrenwacht van België (KSB)
Solar physics and space weather
veronique.delouille@oma.be

Partners

Prof. Christophe De Vleeschouwer
UCLouvain
ICTEAM Institute - ISPGROUP
christophe.devleeschouwer@uclouvain.be

LINKS

<http://sidc.be/deepsun/>