

# RoboSWOP

## Robotische Ruimteweer Operator

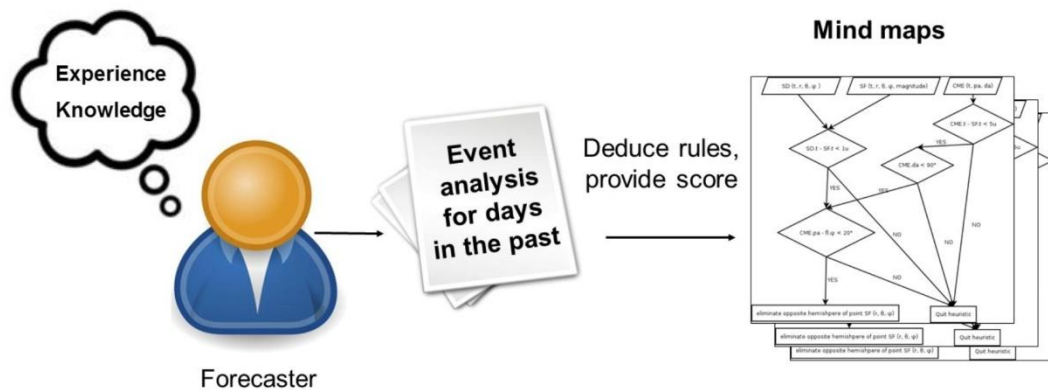
DUUR  
15/01/2017 – 15/04/2019

BUDGET  
149 800 €

### PROJECT BESCHRIJVING

Dit project zal de haalbaarheid van een robotische ruimteweer operator (RoboSWOP) demonstreren. RoboSWOP is een geavanceerd softwarepakket dat automatisch rapporten van coronale massa-ejecties (CME) zal genereren die de relevante informatie op een coherente en intelligente manier bijeenbrengt, klaar voor gebruik in zonnwind simulaties. De volgende drie stappen zullen hiertoe worden gevolgd:

- de expertise van de ruimteweervoorspellers wordt achterhaald en opgeslagen in een mind map
- relevante gebeurtenissen op de zon (zoals zonnevlammen en coronale dimmings) worden met elkaar geassocieerd en opgeslagen in een gebeurtenisketen
- en een geometrische reconstructie van een CME wordt automatisch gegenereerd op basis van de informatie uit een gebeurtenisketen en de mind map.



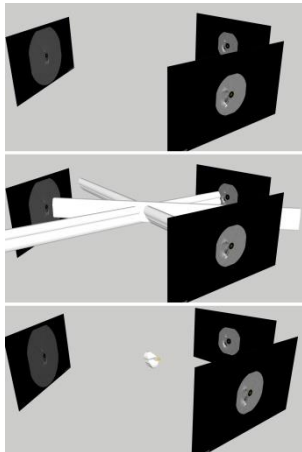
CME's zijn reusachtige uitbarstingen op de zon die plasma samen met een sterk magnetisch veld de interplanetaire ruimte in stoten. Ze behoren tot de belangrijkste drijfveren van ruimteweer en kunnen o.a. de magnetosfeer, de elektriciteitsnetwerken, en communicatiesystemen ernstig verstoren. Een nauwkeurige voorspelling en vroegtijdige waarschuwing van CME's is van groot belang voor zowel de studie van ruimteweer als voor de ruimteweervoorspellers.

Veel CME-gerelateerde gebeurtenissen worden waargenomen door instrumenten die observeren in verschillende golflengtes. Gebeurtenissen zoals bijvoorbeeld filamentuitbarstingen, zonnevlammen, coronale golven en dimmings zijn zichtbaar in het extreem ultraviolet (EUV), CME's in een coronagraaf. Deze verschillende waarnemingen geven elk slechts een gedeeltelijke weergave van een CME en zijn parameters, zoals snelheid, versnelling, initiële locatie, vorm, dichtheid en magnetische structuur. Al deze parameters samen bepalen uiteindelijk de geo-effectiviteit van de CME. De (menselijke) ruimteweervoorspeller controleert de gegevens en observaties van deze gebeurtenissen en genereert dagelijks (of in noodgevallen zelfs vaker) rapporten.

Tijdens het voorspellen van het ruimteweer maakt de voorspeller impliciet gebruik van verschillende heuristieken, gebaseerd op zijn of haar ervaring. Dit project probeert deze heuristieken vast te leggen via een aantal 'mind mapping' sessies. Het resultaat is een reeks regels die geïmplementeerd kunnen worden in beslissingssoftware. Als input voor de mind-mapping sessie worden specifieke periodes in de tijd bepaald. Deze periodes bevatten bepaalde gebeurtenissen. Tijdens een mind mapping sessie wordt de voorspeller gevraagd om CME-voorspellingen voor deze periodes uit te voeren. De voorspeller vertelt welke gegevens hij gebruikt, zijn redeneringen en motieven om tot de conclusie te komen over de oorsprong, morfologie en richting van CME's.

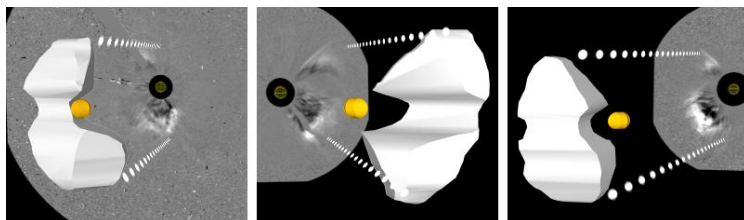
# RoboSWOP

In de volgende stap worden gedetecteerde gebeurtenissen, die met elkaar verband houden, automatisch gecombineerd. De verbanden tussen verschillende gebeurtenissen worden afgeleid uit literatuurstudies en uit bestaande geautomatiseerde en handmatig gecreëerde lijsten van gebeurtenissen. Daarnaast worden statistische analyses en geavanceerde technieken, zoals kunstmatige intelligentie of neurale netwerken, gebruikt op lijsten van gebeurtenissen om extra regels te genereren. Het resultaat is een systeem dat gebeurtenissen (bijvoorbeeld een zonnevlam, EUV-golf, en een plasmawolk) in één of meerdere gebeurtenisketens combineert en voorziet van een vertrouwens score.



Het hoofddoel van het project is het combineren van de mind-map, de originele data en een gebeurtenisketen in een of meer geometrische reconstructies van de evolutie van de CME. Vanuit de gebeurtenisketen worden de begin- en eindtijd bepaald en worden alle bijbehorende coronagrafe beelden uit die periode geselecteerd. Hierbij worden zo veel mogelijk perspectieven gebruikt (bijvoorbeeld instrumenten aan boord van STEREO-A, STEREO-B, SOHO). Beeldsegmenteringstechnieken worden toegepast om gebieden te verwijderen die geen CME bevatten, en de resulterende maskers worden op hun beurt gebruikt om de CME in 3D-ruimte uit te snijden. Verder zal onderzocht worden of gebeurtenissen in de gebeurtenisketen (bijvoorbeeld een filamentuitbarsting) kunnen gebruikt worden om het volume, dat een CME vertegenwoordigt, te verminderen. Dit helpt de onzekerheid in de uitgekapte ruimte te verminderen voor die gebeurtenissen waar de CME-maskers dubbelzinnig zijn (bijvoorbeeld een laag signaal in de afbeeldingen) of wanneer de positionering van de coronagrafen suboptimaal is. De mind-mapping regels worden gebruikt om de resterende reconstructie verder te verbeteren. Als gevolg van dit space-carving proces krijgen we een volume voor elke afbeelding in de tijdsperiode van de gebeurtenisketen. De collectie van deze volumes stelt de evolutie van het CME in de tijd voor. De uitgewerkte CME's worden benaderd met bestaande CME-modellen om de parameters van de CME te definiëren. Aan de hand van de benadering kan de richting, de verandering in richting, snelheid, versnelling en expansiesnelheid van de CME afgeleid worden. Elke benadering krijgt een vertrouwens score gebaseerd op de juistheid van de benadering, de score van de evenementsketen en de scores van de mind-mapping regels die tijdens de reconstructie worden gebruikt.

Indien succesvol, zal dit project de voorspellingen van de menselijke ruimteweervoorspeller op vak van oriëntatie en structuur van de CME verbeteren en de juistheid van de voorspellingen van de impact van CME's op Aarde en het menselijke leven en activiteiten verhogen.



## CONTACT INFORMATIE

### Coördinator

Bram Bourgoignie  
Koninklijke Sterrenwacht van België (KSB)  
Departement Zonnewetenschappen en Ruimtetweer  
[Bram.Bourgoignie@oma.be](mailto:Bram.Bourgoignie@oma.be)