



Royal Higher Institute for Defence

Defence-related Research Action - DEFRA

ACRONIEM: AIDefSpace

Titel: Gebruik van kunstmatige intelligentie om telecommunicatie- en satellietpositioneringssystemen te beschermen tegen de interferentie van ruimteweer gebeurtenissen

Duur van het project: 01/12/2022 - 01/12/2026

Kernwoorden : zonneactiviteit, geomagnetisch, ionosfeer

Totaal budget: 1.006.443€

waarvan bijdrage KHID: 906.000€

BESCHRIJVING VAN HET PROJECT

Communicatie- en positioneringssystemen kunnen ernstig worden verstoord door ruimteweersomstandigheden. Zonnevlammen en verstoringen van de ionosfeer kunnen intense radiostraling produceren die positionering en communicatie verstoort en satellietafwijkingen, verslechterde over-the-horizon radar en verlies van HF-communicatie veroorzaakt. De huidige stand van de techniek voor het voorspellen van deze processen wordt ernstig beperkt door de beschikbaarheid van gegevens. Het voorspellen van zonnevlammen is bijzonder uitdagend, maar ook ionosferische verstoringen en hun impact vereisen verdere verbeteringen voor betrouwbare operationele prognoses.

Ons plan is om te voldoen aan de onmiddellijke vereisten van de nationale defensie met betrekking tot de bescherming van grond- en ruimtemiddelen met behulp van de nieuwste ontwikkelingen op het gebied van kunstmatige intelligentie. Onze focus ligt op de nu- en voorspelling van de drie elementen die de verspreiding van kritieke elektromagnetische signalen direct kunnen beïnvloeden: de wereldwijde geomagnetische, de wereldwijde ionosferische en zonne-energetische toestanden. In dit project zullen we gebruik maken van bestaande open databases van grond- en ruimtemetingen van deze drie systemen. Deze gegevens zullen worden gebruikt om correcties uit te voeren op bestaande standaardmodellen om rekening te houden met buitengewone variaties ten gevolgen van zonneactiviteit.

We stellen drie belangrijke onderzoeksgebieden voor met behulp van machine learning (ML). Ten eerste, creatie van een numeriek model van de volledige wereldwijde geomagnetische toestand die rekening houdt met zonne- en heliosferische activiteit. Ten tweede, creatie van een globaal model van de huidige (en nabije toekomst) ionosferische plasmacondities, inclusief kritische parameters zoals de

Total Electron Content (TEC), de hoogte van de F-laag en de piek reflectie frequentie. Ten derde, ontwikkeling van een automatisch rapport over de kans op zonnevlam activiteit voor de komende 24 uur.

De methodologie van de AIDefSpace is onderverdeeld in zes fases: 1) Gegevensverzameling, 2) Compilatie van empirische modellen, 3) Analyse van de gegevens met behulp van ML-technieken, 4) Integratie van empirische modellen, 5) Ontwikkeling en training van de ML-modellen, 6) Volledige software-integratie. Om deze doelen te bereiken, selecteren we de beste ML-architecturen voor elk van de drie voorgestelde modellen (geomagnetisch, ionosferisch, zonneactiviteit).

AIDefSpace vormt de vereiste triple helix met al de drie benodigde entiteiten met een coördinerende openbare onderzoeksinstituting (KULeuven) en een privébedrijf als partner (SpaceApps) in nauwe samenwerking met overheidsentiteiten in de defensiesector en de ruimtevaartpool van Belspo. Er zal een stuurgroep worden opgericht door ons project met deelname van al de drie entiteiten. Het partnerschap is goed uitgebalanceerd omdat het een van de meest gevestigde openbare instellingen (KU Leuven) die actief is op het gebied van ruimteweeronderzoek samenbrengt met het meest vooraanstaand bedrijf in België dat zich richt op ruimteweer (SpaceApps).

AIDefSpace zal drie belangrijke onderzoeksdoelstellingen bereiken:

1. Ontwikkeling van een automatische voorspelling van de kans op zonnevlam activiteit voor de komende 24 uur. Deze activiteit heeft invloed op: Verval van de baan van satellieten; Geolocatie fouten; Radio- en Radarinterferentie; Hoogfrequente radio-uitval en interferentie van satellietcommunicatie.
2. Creatie van een numeriek model van de volledige globale geomagnetische toestand dat rekening houdt met zonne- en heliosferische activiteit. Deze activiteit heeft invloed op: Geolocatiefouten; ruimte naspoor fouten, radarinterferentie, radio propagatie afwijkingen, versnelling en weerstand van ruimtevaartuigen; Storingen in het elektriciteitsnet.
3. Creatie van een globaal model van de huidige (en nabije toekomst) ionosferische plasmacondities, inclusief kritische parameters zoals het Total Electron Content (TEC), de hoogte van de F-laag en de piek reflectie frequentie. Deze activiteit heeft invloed op: Verslechterde satellietcommunicatie en GPS fouten met betrekking tot positionering, navigatie en timing.

Deze drie tools zullen eindgebruikers nauwkeurige voorspellingen bieden over de reeks ruimteweerprocessen die communicatie beïnvloeden. Het resultaat van ons werk kan onderdeel worden van operationele praktijken voor het plannen en uitvoeren van activiteiten die afhankelijk zijn van positionering en communicatie. Dit voorstel benoemt voorbeelden van dergelijke behoeftes uit eerdere operationele problemen veroorzaakt door ruimteweer.

Het verwachte resultaat van ons project zal bestaan uit op ML gebaseerde modellen geïntegreerd in een softwarepakket en peer-reviewed artikels die de gebruikte methodologie beschrijven.

CONTACTINFORMATIE

Coördinator

Stefaan Poedts

KULeuven, Departement Wiskunde

stefaan.poedts@kuleuven.be

Partners

Matthieu Melcot

Space Applications Services NV/SA

matthieu.melcot@spaceapplications.com

LINK(S) NAAR PROJECT

<https://research.kuleuven.be/portal/en/project/3E230105>

<https://www.facebook.com/people/AIDefSpace/100089230120904/>