

Defence-related Research Action - DEFRA

ACRONIEM: RADIATE

Titel: Detectie, identificatie en remote analyse van radioactieve materialen in het veld.

Duur van het project: 12/2025 – 12/2030

Trefwoorden: CBRN, Raman, LIBS, radioactief, mineralen, remote detectie, AI-classificatie
AI-based Classification

Budget: € 1 402 000

Waarvan bijdrage KHID: € 986 000

PROJECTBESCHRIJVING

Context

Remote detectie van radioactieve materialen blijft een grote uitdaging voor defensie- en veiligheidsoperaties. De momenteel ingezette systemen (beta en gamma stralingsdetectoren, mobiele dosimeters of drone-gebaseerde sensoren) meten stralingsniveaus en identificeren radio-isotopen, maar leveren geen contextuele informatie over de elementaire en moleculaire chemie van de geanalyseerde materialen. Die informatie is nochtans essentieel in operationele situaties: uraniumerts, industriële residuen, verweerde splijtstofresten of precursoren van een “vuile bom” kunnen vergelijkbare gammasignaturen vertonen, maar zeer verschillende risico’s inhouden. Recente vooruitgangen in laserspectroscopie maken het mogelijk om op afstand moleculaire (Raman) en elementaire (LIBS) vingerafdrukken van onbekende materialen te verkrijgen, over meerdere – zelfs tientallen – meters, afhankelijk van de omstandigheden. België is bijzonder goed geplaatst om deze technologische evolutie te benutten dankzij haar omvangrijke collecties radioactieve mineralen (Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen – KBIN en Koninklijk Museum voor Midden-Afrika – KMMA), haar sterke expertise in radioprotectie en CBRN-dreigingen, en haar industriële know-how in robuuste terrein-instrumentatie. Het RADIATE-project bouwt voort op deze troeven en biedt een nieuwe capaciteit voor remote identificatie die rechtstreeks relevant is voor Defensie.

Algemene doelstellingen

Het project heeft tot doel een Raman/LIBS-instrument te ontwikkelen en te valideren dat radioactieve materialen op afstanden van 0,5 tot 30–50 meter kan analyseren. De wetenschappelijke doelstellingen omvatten:

- Het opstellen van radioprotectie-protocollen voor de veilige behandeling van een brede waaier radioactieve stalen;
- Het ontwerp en de bouw van een terrein-geschikt Raman/LIBS-prototype met automatische uitlijning en focussing;
- Het samenstellen van een spectrale bibliotheek van honderden natuurlijke en antropogene radioactieve materialen;
- De training van een AI/ML-gebaseerd classificatiemodel dat zuivere, verweerde en/of gemengde radiologische materialen kan herkennen;
- De integratie van het systeem op een statief en op een robotplatform, gevolgd door evaluaties in realistische scenario's op Defensie-sites.

Methodologie

Het project start met het vastleggen van de systeemvereisten, radioprotectieprocedures en de opleiding van al het personeel dat stalen hanteert, onder toezicht van het Defensielaboratorium (DLD) en in samenwerking met het FANC (Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle). Het KBIN en het KMMA selecteren representatieve uranium- en thoriumhoudende mineralen, evenals analoge mineralen/rotsen die het trainingsmateriaal vormen voor het classificatie-algoritme. EPSLOG onderzoekt de beste AI/ML-benaderingen op basis van een eerste, beperkte dataset die is verkregen met bestaande Raman/LIBS-instrumentatie bij de projectpartners. Het DLD evalueert de veiligheidsaspecten (waaronder het effect van LIBS-metingen) en bepaalt testsituaties op het terrein. In een tweede fase wordt een Raman/LIBS-instrument voor remote metingen gezamenlijk door KBIN en EPSLOG ontworpen en gebouwd. Het wordt vervolgens in een gecontroleerde omgeving ingezet voor kalibratie en voor het verzamelen van een uitgebreide dataset van radioactieve mineralen, industriële residuen en verzegelde bronnen. Deze spectra voeden een supervisie-ML-model dat moleculaire en elementaire informatie combineert. In een derde fase wordt het gevalideerde prototype geïntegreerd op een robotplatform van Defensie en getest in gecontroleerde operationele omstandigheden. Tijdens deze fase worden iteratieve verbeteringen aangebracht op basis van gezamenlijke evaluatiesessies met het DLD, zodat het systeem optimaal inspelt op de behoeften van de eindgebruikers.

Potentiële impact voor Defensie

RADIATE versterkt rechtstreeks de capaciteiten voor detectie en karakterisering van CBRN-dreigingen door de identificatie op afstand, zonder contact, van radiologische materialen mogelijk te maken. Dit verhoogt zowel de veiligheid van operatoren als de situationele bewustwording en de besluitvorming. Het systeem vult bestaande beta-gamma-detectoren aan door elementaire en moleculaire informatie toe te voegen, die cruciale aanwijzingen kan leveren over de oorsprong en het risico van onbekende materialen, of deze nu natuurlijk, illegaal of industrieel vervaardigd zijn.

De integratie van het instrument op een mobiel platform (bv. rover) sluit aan bij bestaande remote-reconnaissance-initiatieven van Defensie en draagt bij aan de paraatheid voor radiologische noodsituaties volgens NAVO-normen. De spectrale bibliotheek en de operationele procedures ondersteunen bovendien de langdurige valorisatie van de wetenschappelijke collecties en openen de deur naar toepassingen van Raman/LIBS voor de detectie van andere CBRN-dreigingen.

Resultaten en valorisatie

Het project zal opleveren:

- Een volledig operationeel Raman/LIBS-prototype voor remote identificatie van radioactieve materialen;
- Een gevalideerd classificatiemodel voor radiologische dreigingen;
- Een spectrale bibliotheek met meer dan 2 000 natuurlijke en antropogene radioactieve materialen;
- Operationele protocollen voor laserspectrometrie onder radiologisch veilige voorwaarden;
- Scenario-gebaseerde demonstraties en opleidingsmodules voor Defensiepersoneel;
- Wetenschappelijke publicaties, technische rapporten, workshops en open-datasets (waar de veiligheid het toelaat).

Korte-termijnvalorisatie omvat de directe inzet van het prototype en de dataset door de Defensielaboratoria. Op middellange termijn kan verdere valorisatie bestaan uit een pre-serie productie door EPSLOG, integratie in andere militaire robotsystemen, en bijkomende R&D-mogelijkheden (bv. uitbreiding naar detectie van chemische agentia of explosieven).

CONTACT

Coördinator

Christian Burlet

Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen – Aardwetenschappen – Belgische Geologische Dienst
cburlet@naturalsciences.be

Partners

Florias Mees

Koninklijk Museum voor Midden-Afrika
florias.mees@africamuseum.be

Christine Mertens

Defensielaboratoria
christine.mertens@mil.be

Christophe Germay

EPSLOG S.A.
christophe.germay@epslog.be

LINKS)

https://radiate_project.naturalsciences.be