

Progrès dans la détection radiologique et nucléaire

Les sources radiologiques et nucléaires (RN) sont utilisées dans les produits commerciaux. Il convient donc d'en améliorer la détection pour prévenir tout risque de toxicité. Les outils de détection actuels comprennent les détecteurs Geiger-Mueller et les compteurs proportionnels — par exemple, détecteurs à semi-conducteurs et scintillateurs. Les techniques en cours de développement comprennent l'utilisation d'algorithmes d'apprentissage machine pour distinguer les neutrons des rayons gamma, l'intégration de points quantiques dans les détecteurs, les méthodes de contrôle du rayonnement à distance et l'utilisation de robots pour réduire l'exposition humaine.



Sciences et technologies habilitantes

Algorithmes

L'intégration des algorithmes de l'apprentissage machine et des réseaux neuronaux a connu une croissance fulgurante au cours des 5 dernières années. Les applications les plus fréquentes sont l'analyse des signaux et la discrimination gamma/neutron, la localisation ainsi que la fusion des données pour améliorer la localisation et contrôler la navigation des systèmes autonomes de détection.

Optimisation

L'optimisation est souvent utilisée pour améliorer les algorithmes susmentionnés, notamment pour le guidage de la navigation et l'entraînement des réseaux neuronaux. Elle sert ainsi à améliorer non seulement le processus de détection, mais aussi la forme et l'épaisseur des cristaux ou d'autres matériaux utilisés dans les détecteurs.

Détection quantique

Les microcalorimètres ou bolomètres supraconducteurs sensibles à la position des rayons gamma peuvent servir à détecter de multiples radionucléides, mais la recherche a montré que les interféromètres quantiques supraconducteurs (SQUID) sont encore plus efficaces, comme le sont les détecteurs de RN grâce à l'intégration de graphène ou de points quantiques cristallins.

Téledétection

Les véhicules aériens et terrestres autonomes utilisent un éventail d'instruments pour détecter le rayonnement dans les centrales nucléaires et les conteneurs de combustible usé. La téledétection fait face à divers défis, y compris la nécessité de corriger les relevés aux fins de la reconnaissance des caractéristiques de localisation, de bruit et de superposition des rayons gamma.

Robots

Les robots sont utilisés pour détecter et localiser les radiations, en particulier sur les sites nucléaires ou lors d'accidents nucléaires. Ils permettent ainsi à réduire la menace pour la santé humaine. Les systèmes multirobots peuvent rechercher des sources radioactives. Toutefois, des problèmes persistent en raison de la masse de calculs requise qui nuit à l'efficacité de la recherche. La fusion des données constitue une solution envisageable.

« La détection quantique est un domaine passionnant où la science fondamentale crée de nouvelles capacités pour répondre aux besoins sur le plan de la non-prolifération et présente un intérêt pour l'industrie et d'autres applications. » [Traduction]

Cameron Geddes, directeur de la Division de technologie des accélérateurs et de physique appliquée, Berkeley Lab. [Quantum Sensing Workshop Held at Berkeley Lab](#), 19 avril 2023.

Signaux

Universités



L'Université polytechnique de Milan, un établissement universitaire de pointe dans ce domaine, effectue

des recherches de grande qualité, dont une étude récente sur les tendances de l'utilisation de l'apprentissage machine dans les détecteurs de rayonnement.

Gouvernements



Le Département de l'énergie des États-Unis (DOE) est à la fine pointe de la recherche sur les

algorithmes, l'optimisation et la détection quantique pour la détection des RN. Il est le principal bailleur de fonds de la recherche dans ce domaine.

Collaboration



Les universités du Texas (États-Unis), de Coventry et de Sheffield (Royaume-Uni)

ont récemment déterminé qu'AdaBoost était le meilleur classifieur parmi six algorithmes d'apprentissage machine pour la détection de matières radioactives illicites, en raison d'un taux de rappel élevé et d'un nombre minimal de faux négatifs.

Défense



Le Département de la défense des États-Unis a financé des recherches visant à mettre au point un

algorithme d'apprentissage machine sous surveillance appelé « Advanced Learning-Enable Radioactive Threat Search » visant à détecter les anomalies liées aux menaces.

Entreprises



Radiation Monitoring Devices (RDM) Inc. travaille sur des outils et des technologies

visant à améliorer la détection des cas de détournement, d'utilisation malveillante ou de sabotage des matières nucléaires, notamment en élaborant des algorithmes de contrôle et de traitement des données.

« Les dernières avancées en matière de détection du rayonnement mettent l'accent sur les besoins opérationnels et les défis des agents de première ligne en donnant la priorité aux technologies qui simplifient et soutiennent leur travail. » [Traduction]

Alina Smyslova, directrice adjointe des programmes, US DOE National Security Administration. [Advancing Radiation Detection Instruments for Nuclear Security](#), 9 octobre 2023.

Impact



Social

L'opposition et les préoccupations de sécurité du public ont conduit certains pays à abandonner progressivement l'énergie nucléaire. L'amélioration des technologies de détection des RN pourrait contribuer à apaiser les craintes de la population et permettre d'augmenter la production d'énergie nucléaire.



Politique

L'amélioration de la détection des RN contribue à soutenir l'engagement du Canada en faveur du traité multilatéral de non-prolifération, pierre angulaire du contrôle international des armes nucléaires et de la sécurité nucléaire.



Économie

L'amélioration de la détection des RN sera déterminante pour répondre aux exigences de sûreté des petits réacteurs modulaires (PRM), et devrait permettre de réduire les coûts de l'énergie.



Environnement

Les PRM devraient offrir une source d'énergie alternative et propre. Le contrôle de la fonctionnalité des PRM nécessitera la détection des fuites et le suivi du rayonnement à des niveaux appropriés et sûrs. Les améliorations apportées à la détection du rayonnement, par exemple grâce à la détection quantique, seront bénéfiques à cet égard.



Défense

L'amélioration de la détection des sources de RN contribuera à la sécurité des frontières en empêchant l'entrée de produits de contrebande au Canada, notamment en renforçant les capacités de surveillance des portiques de détection des rayonnements. Elle renforcera également les mesures de sauvegarde et de non-prolifération des sources de RN sensibles.

« En matière de non-prolifération nucléaire, l'utilisation de l'IA présente d'énormes avantages : démasquer les agents de prolifération; chercher les indices dans la « botte de foin ». S'agissant des armes nucléaires, les avantages possibles sont nombreux. La question qui se pose est la suivante: qui se charge de coordonner ces actions? » [Traduction]

Jill Hruby, sous-secrétaire à la sécurité nucléaire, Département de l'Énergie des États-Unis, et Administratrice de la National Nuclear Security Administration (NNSA). [NTI Brings Together Experts to Discuss Implications of AI Technologies for Nuclear and Biosecurity](#), 31 octobre 2023.

Contact

NRC.IA-IA.CNRC@nrc-cnrc.gc.ca

Préparé conjointement par le Conseil national de recherches du Canada et Recherche et développement pour la défense Canada.

Tiré de : Wiseman, E. Scientometric study on advances in detection and identification of radiological and nuclear sources. December, 2023.

Veillez fournir des commentaires à : na1se.voxco.com/SE/170/trend_cards?lang=fr

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le Conseil national de recherches du Canada, 2024

PDF : numéro de catalogue NR16-437/2024F-PDF, ISBN 978-0-660-70516-3

Février 2024 • Also available in English