

Projet de Thèse : Détection séquentielle d'un signal transitoire partiellement connu pour la surveillance de la qualité de l'air

La surveillance de la qualité de l'air relève d'un enjeu sociétal majeur. L'Organisation Mondiale de la Santé estime à 7 millions le nombre de décès par an lié à une pollution de l'air. Pour pallier à ce problème, de nombreuses stations de mesures de polluants (particules fines, dioxyde d'azote, ozone, dioxyde de soufre, monoxyde de carbone, composés organiques volatils) ont été installées. Bien que ces stations soient précises et permettent de détecter des pollutions d'un point de vue macroscopique, elles ne sont pas assez nombreuses pour permettre une détection locale dans une ville. Le coût de ces stations et leur encombrement sont un frein à leur duplication. Afin de permettre une détection locale, des micro-capteurs sont apparus. Ceux-ci ont une précision de mesure beaucoup plus faible mais ont l'avantage d'être peu coûteux à installer. L'idée de combiner ces capteurs entre eux, puis, avec les stations fixes pour obtenir plus de points de mesures fiables à l'échelle d'une ville est séduisante. Cependant, la façon de les combiner pour obtenir des résultats pertinents n'est pas du tout évidente. De nombreuses approches utilisant des algorithmes de types boîtes-noires (Machine Learning, Deep Learning) ont été développées pour ce problème (voir [1], [2]). Cependant, la question de l'interprétabilité et de l'explicabilité de ces modèles reste ouverte.

Avec notre partenaire AtMO Grand Est, nous avons développé dans une étude exploratoire des algorithmes de détection séquentielle capables de combiner plusieurs stations fixes pour obtenir des résultats plus performants que ce qu'on pourrait obtenir dans le cas d'une seule station (voir [3], [4], [5]). Ces algorithmes sont capables de détecter avec une bonne probabilité (en comparaison avec l'état de l'art) une anomalie sous contrainte d'un taux de fausse alarme défini par l'opérateur. Cependant, l'utilisation de ces algorithmes dans le cas de micro-capteurs nécessite une étude complémentaire sur la modélisation des mesures de polluants de ces derniers. En outre, il apparaît également indispensable d'étudier comment détecter séquentiellement une pollution si le profil de la pollution n'est pas certain. Cette étude prendra en compte les différences de fonctionnement de micro-capteurs dans des environnements différents d'utilisation.

In fine, la détection et la localisation de pollution de l'air, par les méthodes que nous proposons, peuvent s'inscrire dans un cadre de décision plus générale qui permettrait d'identifier et de cibler des zones ou des entreprises ponctuellement plus polluantes et d'envisager une décision locale en temps-réel pour améliorer la qualité de l'air.

[1] N. H. Motlagh et al., "Toward Massive Scale Air Quality Monitoring," in IEEE Communications Magazine, vol. 58, no. 2, pp. 54-59, February 2020, doi: 10.1109/MCOM.001.1900515.

[2] D. Zhang and S. S. Woo, "Real Time Localized Air Quality Monitoring and Prediction Through Mobile and Fixed IoT Sensing Network," in IEEE Access, vol. 8, pp. 89584-89594, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2993547.

[3] Fatima Ezzahra Mana, Blaise Kévin Guépié, Igor Nikiforov, Centralized and Decentralized Strategies for Sequential Detection of Transient Changes, IFAC-PapersOnLine, Volume 55, Issue 6, 2022, Pages 360-365, ISSN 2405-8963.

[4] Fatima Ezzahra Mana, Blaise Kévin Guépié, Raphaèle Deprost, Eric Herber, Igor Nikiforov, The air pollution monitoring by sequential detection of transient changes, IFAC-PapersOnLine, Volume 55, Issue 5, 2022, Pages 60-65, ISSN 2405-8963

[5] Fatima Ezzahra Mana, Blaise Kévin Guépié & Igor Nikiforov (2023) Sequential Detection of an

Arbitrary Transient Change Profile by the FMA Test, Sequential Analysis, DOI:
10.1080/07474946.2023.2171056

Prise de fonction :

02/10/2023

Nature du financement

Contrat doctoral

Précisions sur le financement

Contrat doctoral (statut de salarié)

Présentation établissement et labo d'accueil

UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE TROYES

Université de technologie de Troyes

Unité de recherche : LIST3N (Laboratoire Informatique et Société Numérique)

Website LIST3N : <https://recherche.utt.fr/list3n>

Site web :

<http://www.utt.fr>

Profil du candidat

Les candidats qui postulent à cette thèse de doctorat doivent respecter les conditions suivantes :

- être titulaire d'un diplôme d'ingénieur ou de master avec une spécialisation en traitement du signal ou en statistique;

- avoir une maîtrise des logiciels MATLAB et/ou Python;

- savoir modéliser les séries temporelles;

- avoir de bonnes connaissances de la théorie du traitement du signal, des tests d'hypothèse ou de la détection séquentielle;

- avoir une excellente capacité à la communication écrite et orale en anglais et français.

Date limite de candidature

31/05/2023