



Institut de physique
Résultat scientifique

Corréler des signaux radio grâce à la lumière

Des chercheurs ont imaginé une architecture optique afin de calculer de manière analogique la corrélation de signaux radios. Cette opération permettrait notamment de localiser avec précision des émetteurs radios, ou d'améliorer les performances de l'interférométrie optique en astronomie.

La corrélation de signaux est une opération fondamentale pour beaucoup d'applications utilisant l'imagerie ou la localisation. En astronomie, les techniques d'interférométrie offrent des images à haute résolution à partir de la corrélation des signaux reçus par différentes antennes ou télescopes. De même, on peut localiser un émetteur radio en mesurant par corrélation les retards relatifs des signaux reçus en différents endroits. Or, les techniques numériques qui réalisent habituellement cette opération sont intrinsèquement limitées par la cadence d'échantillonnage des convertisseurs, ainsi que par la capacité de traitement en temps réel. En pratique, la corrélation numérique ne permet pas de traiter des signaux radio dont la largeur de bande excède quelques centaines de MHz. Pourtant, la largeur de bande est un paramètre important, car elle est notamment synonyme de plus de flux en astronomie, et d'une résolution accrue dans le cas de la localisation d'émetteurs. Des chercheurs du Laboratoire interdisciplinaire de physique ([LIPhy](#), CNRS/UGA) et l'Institut de planétologie et d'astrophysique de Grenoble ([IPAG](#), CNRS/UGA) ont mis au point un nouveau concept d'architecture photonique qui calcule en temps réel la fonction de corrélation de signaux radio de manière analogique et qui est adaptée à des signaux ayant une bande passante comprise entre quelques MHz et quelques GHz. Ces résultats sont publiés dans la revue *Optica*.

Ce concept est fondé sur l'interférométrie dite multi-hétérodyne et il consiste à donner en temps réel l'intégralité de la fonction de corrélation de deux signaux en calculant simultanément, pour plus de 200 valeurs de retards relatifs, les coefficients de corrélation croisée entre les signaux. Pour cela, les signaux radio sont transférés dans le domaine optique, puis envoyés dans une paire de boucles dont la fonction est de produire des répliques des signaux d'entrée décalées à la fois temporellement et en fréquence. L'apport principal de la méthode est cette architecture de double boucle qui permet de paralléliser le calcul de la fonction de corrélation. Le pas temporel du corrélateur, qui correspond à la différence des temps de parcours dans les deux boucles, est ajusté de quelques nanosecondes à quelques picosecondes pour traiter des signaux avec une bande passante allant du MHz au GHz. Les chercheurs ont appliqué cette architecture à la localisation d'émetteurs radiofréquences par différence de temps d'arrivée (figure) et obtenu une précision proche de 10 ps pour un temps d'intégration de 100 ms.

Il reste désormais à caractériser les performances de cette architecture pour l'appliquer à la localisation en temps réel d'émetteurs, wifi et téléphones portables par exemple. En astronomie, une expérience préliminaire d'imagerie du soleil par interférométrie radio à 10 GHz sera réalisée à l'IPAG afin d'évaluer l'intérêt de cette technique pour l'imagerie.



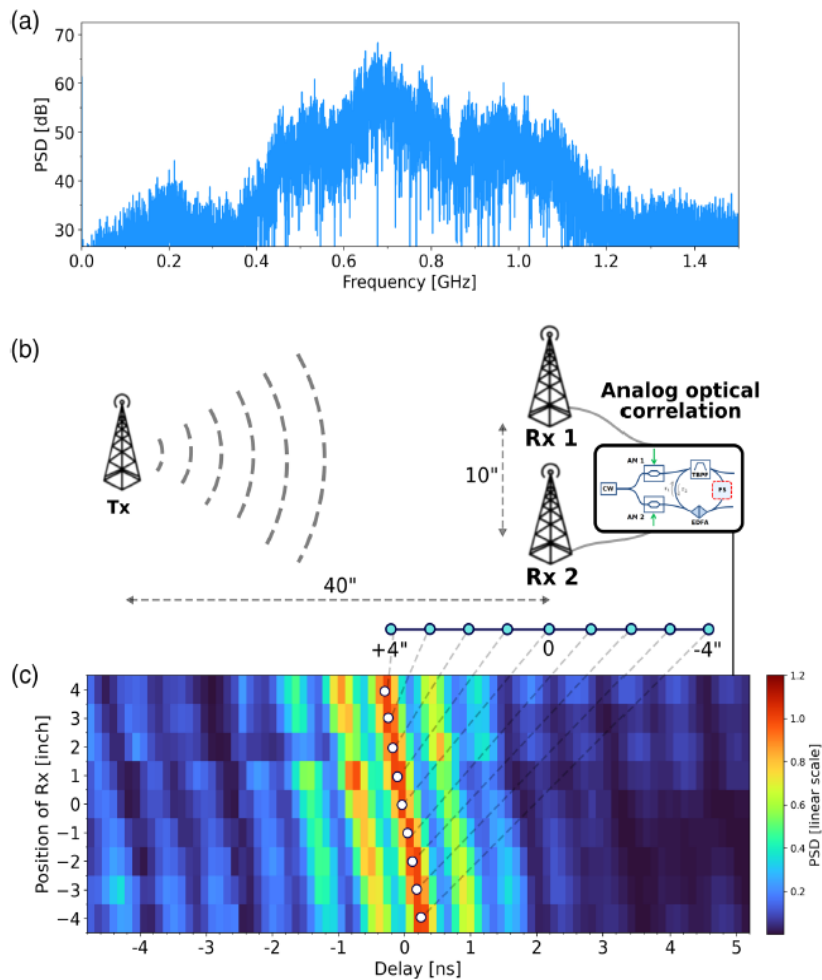


Figure : Mesure de la différence de temps d'arrivée de signaux radiofréquences par corrélation photonique. Le signal dont le spectre est représenté en (a) est émis par l'antenne Tx (b). Deux antennes réceptrices (Rx1 et Rx2) captent le signal et l'envoient dans le corrélateur optique analogique (b). Le maximum de la fonction de corrélation donne la différence de temps de propagation du signal entre l'antenne émettrice et les deux antennes réceptrices. En déplaçant Rx2 (par pas de 1 pouce), on observe une translation de la fonction de corrélation, due à la modification du temps de propagation entre l'émetteur et Rx2 (c).

Références

Multi-delay photonic correlator for wideband RF signal processing. G. Bourdarot, J.-P. Berger, H. Guillet de Chatellus, *Optica*, paru le 24 mars 2022.
DOI: [10.1364/OPTICA.442906](https://doi.org/10.1364/OPTICA.442906)

Contacts

Hugues Guillet de Chatellus | Directeur de recherche au CNRS | Laboratoire Interdisciplinaire de Physique
| hugues.guilletdechatellus@univ-grenoble-alpes.fr
Communication INP-CNRS | inp.com@cnrs.fr