

Utilisation du son pour déterminer la fraîcheur de votre nourriture

Nous avons tous été dans cette situation: vous avez un paquet de poisson frais non ouvert dans le réfrigérateur qui a juste passé sa date de péremption. Cependant, vous vous demandez si vous pouvez toujours le manger, car ces dates incluent souvent une certaine marge de sécurité. Que faire? Vous ouvrez le paquet et le sentez. Cela peut être une solution réalisable à la maison, mais cette technique n'est pas adaptée pour les magasins ou les centres de distribution puisque l'ouverture de l'emballage détruit l'environnement atmosphérique de conservation. Cependant, l'absence d'une méthode d'essai individuelle entraîne le gaspillage de grandes quantités d'aliments qui sont en fait encore consommables.

Dans le projet Terafood (<https://terafood.iemn.fr/>), nous étudions la mise au point d'un capteur permettant de mesurer la détérioration des aliments de chaque emballage individuel, tout en gardant le paquet non ouvert et non terni. Le capteur est basé sur la technique dite photo-acoustique, où un capteur détecte le son généré par les molécules (composés organiques volatils, COV) qui sont indicatifs de la détérioration des aliments (plus d'informations sur ces COV sont disponibles dans le premier flash Terafood) .

Pour ce faire, il est nécessaire de disposer de petits capteurs peu coûteux et peu gourmands en énergie qui peuvent être placés à l'intérieur de colis de produits alimentaires tels que les micropuces. Au cours des deux dernières décennies, les développements technologiques dans l'électronique ont été sans précédent, regardez les téléphones mobiles rendus intelligents par l'utilisation d'un grand nombre de capteurs électroniques. Par rapport aux puces électroniques, les puces photoniques au silicium utilisent ces mêmes technologies de fabrication, mais elles manipulent la lumière au lieu de l'électricité. A l'origine, l'application principale des puces photoniques au silicium était dans les télécoms et les centres de données pour communiquer sur les fibres optiques. Cependant, les applications de détection se développent rapidement en photonique, par exemple pour surveiller la glycémie in situ, détecter les infections sexuellement transmissibles, identifier différents composés chimiques, mesurer la température, la déformation, la proximité, ...

Le monde de l'électronique et de la photonique fonctionnent tous deux avec des ondes électromagnétiques, mais en utilisant des fréquences très différentes, ce qui a des conséquences sur la façon dont elles sont générées et détectées. Le monde de l'électronique utilise des signaux radio, ce qui signifie qu'ils fonctionnent avec des antennes et des champs électriques lents. En optique cependant, nous entrons dans le monde des lasers et des photodétecteurs (caméras).

Entre les deux, nous trouvons les fréquences térahertz (0,1-10 THz), que l'on peut voir soit comme de la lumière à très basse énergie, soit comme des ondes radio à très haute fréquence. Il n'est pas simple de générer et de détecter ces ondes, des sources typiquement refroidies (et des détecteurs) fonctionnant à quelques Kelvins sont utilisées.

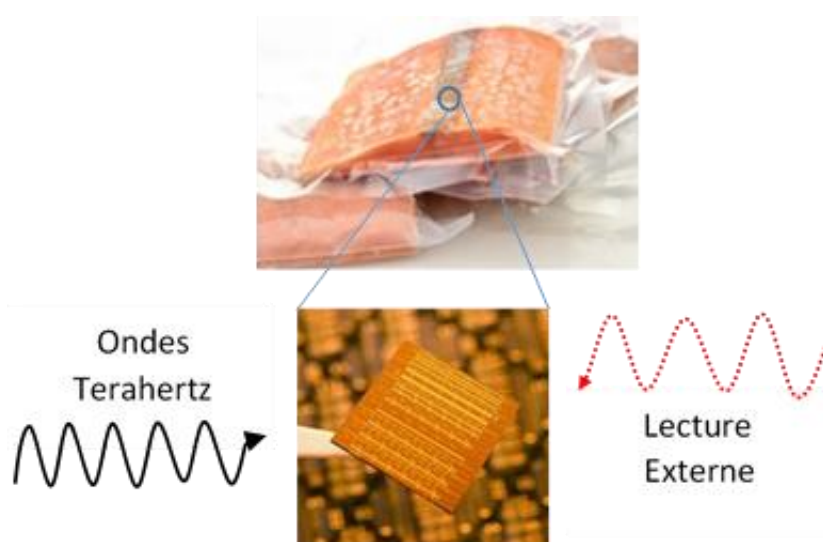
Alors pourquoi s'intéresser à ces fréquences THz? Premièrement, parce que de nombreux gaz possèdent des raies d'absorption caractéristiques dans cette gamme térahertz (l'empreinte moléculaire). Deuxièmement, le matériau d'emballage généralement utilisé pour les aliments est transparent aux ondes térahertz, ce qui signifie que nous pouvons avoir un système de lecture externe qui fonctionne sans ouvrir l'emballage (qui aura un capteur passif à l'intérieur).

De plus, nous pouvons surmonter les problèmes de génération en rendant les capteurs suffisamment sensibles pour fonctionner à faible puissance, compatibles avec des sources électroniques bon marché. Nous pouvons alors éviter le besoin de détecteurs cryo-refroidis en transférant l'énergie du signal optique dans une onde sonore.

C'est la technique photo-acoustique. C'est une forme de spectroscopie optique car elle détectera une molécule en fonction des longueurs d'onde de la lumière qu'elle absorbe. Mais plutôt que de mesurer la quantité de lumière non absorbée par le gaz, après passage, nous permettons au gaz de convertir la lumière absorbée en son et de détecter ensuite le son.

Fouillons un peu plus les mécanismes physiques derrière un tel capteur photo-acoustique. Lorsque les gaz présents dans un emballage alimentaire absorbent par exemple l'onde térahertz, cette énergie entraîne une augmentation de la température et, puisque nous travaillons avec des gaz, une augmentation de la pression. Lorsque nous allumons et éteignons notre source térahertz à une fréquence spécifique, nous obtenons des ondes de pression avec la même fréquence. Nous avons alors seulement besoin d'un microphone pour détecter ce signal caractéristique de l'absorption térahertz et ainsi évaluer quels gaz sont présents dans l'emballage alimentaire.

La technique photo-acoustique est déjà utilisée pour des mesures très sensibles. Mais il nécessite encore la préparation de l'échantillon, la mise en place et le travail d'un rat de laboratoire. En revanche, nous développons un capteur qui est très petit, qui peut fonctionner sur place et qui ne nécessite pas de préparation spéciale et laborieuse. De plus, l'utilisation de microprocesseurs assure un prix de revient très bas et parce que nous confinons l'énergie à un espace beaucoup plus petit que d'habitude, nous obtenons une grande amélioration du signal pour obtenir au final un petit appareil peu coûteux et économe en énergie. En fin le capteur le rend possible de tester les monstres sans les ouvrir, et alors les détruire, grâce à l'usage des ondes térahertz.



Nous développons un capteur en puce qui est monté dans des emballages alimentaires et qui ainsi peut déterminer la fraîcheur des aliments sans ouvrir l'emballage.

- Plus d'information sur le projet, voyez <https://terafood.iemn.fr/>
- Si vous voulez plus d'info sur le projet, n'hésitez pas de contacter le coordinateur du projet Mathias Vanwollegem - mathias.vanwollegem@iemn.univ-lille1.fr
- Si vous êtes intéressé de faire partie du conseil consultatif de ce projet, n'hésitez pas de contacter Isabelle Sioen – Isabelle.Sioen@UGent.be

Avec le soutien du Fonds Européen de Développement Régional