

Acheter un détecteur non refroidi d'infrarouge thermique

Depuis quelques années, les détecteurs non refroidis pour l'infrarouge thermique ont fait d'immenses progrès, tant en termes de résolution que de facilité d'intégration. Ils ont ainsi permis de développer des systèmes de contrôle et de mesure pour des applications dites « grand public » comme la surveillance ou l'analyse des performances énergétiques des bâtiments. Les matrices appelées aussi microbolomètres ou plans focaux, sont issues de deux grandes filières, l'une, principalement française, basée sur l'utilisation du silicium amorphe, l'autre utilisant l'oxyde de vanadium.

» Françoise MÉTIVIER
francoise.metivier@edpsciences.org

Des pixels de plus en plus nombreux

La tendance des développements menés par les fabricants de détecteurs va vers des pixels de plus en plus nombreux afin d'augmenter la résolution, ce qui permet d'améliorer la capacité à détecter de loin. Cette augmentation du nombre de pixels s'accompagne d'une diminution de leur taille afin de ne pas trop augmenter la taille de la matrice. Typiquement, on trouve aujourd'hui sur le marché des détecteurs offrant 1024 x 768 pixels avec un pas de 17 μm . Les travaux menés en R&D visent à descendre à des pas de 10 à 12 μm , proches de la longueur d'onde. Parallèlement à ces données physiques, trois caractéristiques sont aussi à prendre en compte.

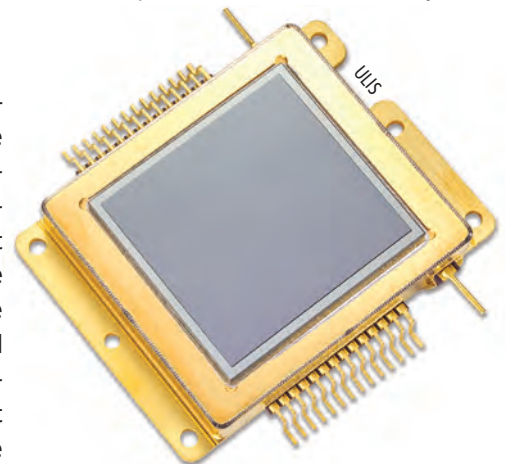
La première concerne la non uniformité des pixels, qui ne répondent pas tous de la même manière et qui conduisent, même en présence d'une scène uniforme, à une image qui ne l'est pas. C'est ce que l'on appelle le bruit spatial. Pour compenser ce phénomène, les systèmes peuvent inclure une calibration : l'utilisation d'un corps noir dont on fait varier la température permet d'apporter une correction en gain et en offset. Cette correction peut être dynamique et permet de faire en sorte que la réponse du détecteur soit uniforme en présence d'une scène uniforme.

La deuxième caractéristique est l'opérabilité, qui représente le pourcentage de pixels dont le fonctionnement est optimal. Ce paramètre peut être très discriminant selon l'application, notamment dans le cas d'une source ponctuelle qui ne bouge pas dans le champ et qui risque donc de ne pas être vue si elle correspond à un pixel mort. Si l'image couvre plusieurs pixels et qu'elle est en mouvement dans le champ, des pixels morts isolés ne sont en général pas gênants. Les « clusters » ou groupes de pixels défectueux peuvent rendre le détecteur inutilisable pour de nombreuses applications : pour aider les utilisateurs à choisir le bon détecteur, les fournisseurs peuvent donner une cartographie du détecteur, permettant de connaître avec exactitude le nombre et la position des pixels défectueux.

La troisième caractéristique est le facteur de remplissage, c'est-à-dire le pourcentage de la surface de la matrice comportant les surfaces actives des pixels. Ce facteur, en général très élevé (90 %), n'est pas très discriminant dans le choix d'un détecteur.

Vers une utilisation autour de 5 μm

La gamme spectrale n'est pas non plus actuellement une caractéristique discriminante puisque tous les microbolomètres commerciaux fonctionnent entre 8 et 13 ou 14 μm . Les longueurs d'onde de coupure sont en fait déterminées par le hublot, le microbolomètre ayant en lui-même une gamme de fonctionnement plus large que cette bande. Une publica-



Exemple d'un détecteur 1024 x 768 pixels au pas de 17 μm .

tion récente a présenté un fonctionnement avec une autre fenêtre permettant d'avoir une réponse entre 3 et 5 μm . Des travaux sont aussi en cours pour étendre la gamme spectrale de travail vers les fréquences terahertz. Toutes ces études visent à rejoindre les capacités des détecteurs quantiques qui, en fonction de la filière et des alliages, peuvent typiquement fonctionner entre 1 et 15 μm .

Le problème du refroidissement

Les détecteurs microbolomètres fonctionnent à température ambiante mais ils intègrent néanmoins un module Peltier afin de garder une température stable de façon à ne pas gêner les mesures. Il existe aussi des détecteurs dits TECless, sans module Peltier, qui compensent électriquement les variations de température. Les avantages de ce type de détecteur sont de deux types : d'une part, l'utilisateur n'est plus obligé d'attendre que le module Peltier soit en marche et stabilisé, ce qui conduit à un gain en temps de

mesure ; d'autre part, la consommation est plus faible ce qui conduit à un gain en poids via les batteries, le poids étant un élément important pour les caméras portables.

De la difficulté à comparer les efficacités

La réponse du détecteur, exprimée en A/Watt, représente l'efficacité avec laquelle le microbolomètre est capable de transformer le flux thermique en courant. Cette caractéristique est donnée pour les détecteurs nus : pour les caméras, les constructeurs fournissent la NETD, c'est-à-dire la plus petite différence de température discernable. La NETD, exprimée en mK, est un paramètre mesuré et sa valeur dépend donc des conditions de mesure, telles que l'ouverture optique ou le temps d'intégration. Il sera donc difficile pour un utilisateur d'interpréter ce paramètre et surtout de le comparer d'un constructeur à l'autre.

Des fréquences images qui restent modestes

La cadence image des microbolomètres n'est en général pas très élevée, typiquement de l'ordre de quelques hertz pour les modèles les plus courants. Cette fréquence est en général suffisante sauf pour certaines applications de contrôle non destructif, comme l'étude de la propagation de la chaleur dans un objet pour en connaître les défauts. Certains modèles fonctionnent néanmoins avec une fréquence de quelques dizaines de hertz,

Les fournisseurs français de détecteurs et de caméras.

Sociétés	Marque	Coordonnées
Distrame	Fluke	Guillaume PESCHEUX Tél. : + 33 (0)3 25 71 28 95 - gu.pescheux@distrame.fr
FLIR	FLIR	Tél. : +33 (0)1 60 37 55 02 - flir@flir.com
Lot-Oriel	Xenics	Georges VEJNAR Tél. : +33 (0)1 69 19 49 49 - vejnar@lot-oriel.fr
ULIS	ULIS	Hien PHAM GIA Tél. : +33 (0)4 76 53 74 70 - ulis@ulis-ir.com



Les détecteurs sont souvent vendus intégrés dans des caméras.

pouvant être portée à quelques centaines de hertz avec le choix d'une région d'intérêt.

Bien choisir son objectif

La focale de l'objectif utilisé devant le détecteur détermine le champ total et le champ instantané, c'est-à-dire le plus petit champ résolu par 1 pixel. Un compromis est à trouver entre ces deux paramètres : en effet, si l'application nécessite un grand champ, il faudra utiliser un objectif à petite focale et si l'on a besoin d'un grand champ instantané, il faudra utiliser un objectif à longue focale.

Les fournisseurs proposent parfois une même caméra avec un choix de plusieurs objectifs afin de pouvoir s'adapter à plusieurs applications. Ainsi, le champ total peut par exemple varier, pour une même caméra, de 4°x4° à 40°x50°.

Une large gamme de prix

Le coût d'une caméra dépend principalement du nombre de pixels, de la NETD et de la fréquence. Les ordres de grandeur des systèmes actuels sont les suivants : 1000 € pour une matrice de 60 x 60 pixels et une NETD de 150 mK ; 5 à 7000 € pour un détecteur de 160 x 120 pixels et une NETD de 80 à 100 mK ; plus de 10 000 € pour une résolution de 320 x 240 ou 640 x 280 pixels et une NETD de 30 à 50 mK. Si les modèles intermédiaires sont par exemple bien adaptés à la surveillance des bâtiments, les modèles les plus coûteux sont eux capables d'adresser des applications plus variées et constituent notamment des caméras de R&D.

Remerciements : Un grand merci à Isabelle RIBET-MOHAMED de l'ONERA et à Jean-Luc TISSOT d'ULIS pour leurs informations et leur disponibilité.

>> Dans le prochain numéro...

Vous y trouverez notamment les articles :

- Opticien célèbre : Bernard Lyot
- Comprendre : Ethernet
- Les actualités de la profession
- Les nouveaux produits...
- Les pages de la Société française d'optique, de l'AFOP et des pôles optiques régionaux.

Le numéro 57 de Photoniques paraîtra le 20 février 2012

Vous pouvez nous faire parvenir vos annonces de nouveaux produits et vos communiqués de presse avant le **9 janvier 2012** à photoniques@edpsciences.org

À DÉCOUVRIR dans ce même numéro :

- Notre dossier « **Optique et microfluidique** »
- Un **focus** sur la région Bretagne
- Comment acheter un réflectomètre optique