

SPADnet : des nouveaux imageurs CMOS pour l'imagerie biomédicale

Lancé le 1er juillet 2010 SPADnet – "Fully Networked, Digital Components for Photon-starved Biomedical Imaging Systems" (Composants Digitaux Entièrement Interconnectés pour Systèmes d'Imagerie Biomedicale à Faible Illumination) est un programme européen qui vise à développer un concept novateur d'imageurs grand format pour l'imagerie biomédicale. A l'instar des appareils photo numériques où un capteur CMOS remplace le traditionnel film argentique sensible, il s'agit de développer des imageurs CMOS pour remplacer la technologie actuelle basée sur des tubes à vide (tubes photomultiplicateurs).

L'objectif d'une telle technologie est de simplifier la fabrication des imageurs, d'en baisser les coûts et de les rendre moins sensibles aux perturbations électromagnétiques ouvrant ainsi la possibilité de l'associer simultanément à un autre type d'imagerie, en particulier IRM (Imagerie par Résonance Magnétique). Le faible niveau de bruit de cette technologie en fait aussi une solution particulièrement adaptée à la détection de très faible niveau de lumière.

Coordonné par l'EPFL¹, avec la participation de sept partenaires européens hautement qualifiés dans les domaines des imageurs, de l'imagerie médicale et de la photonique, SPADnet est financé à hauteur de 3,7 millions d'euros par l'Union européenne dans le cadre du thème « technologies de l'information et de la communication », au sein du 7^{ème} programme cadre de recherche et développement. La durée initiale du projet est fixée à 42 mois. Le consortium s'est réuni à Budapest le 16 juillet 2010 pour le démarrage officiel.

SPADnet vise le développement d'une nouvelle génération d'imageurs de large format, intelligents, interconnectés et basés sur une technologie CMOS² conventionnelle, pour des applications biomédicales à faible lumière (illumination, flux de photons). L'imageur consiste en un réseau de modules en forme d'anneau destiné à de l'imagerie médicale du type PET (Tomographie à Emission de Positons). Il s'agira d'en mesurer la performance dans un système d'évaluation. Les capteurs actuels, adaptés aux applications demandant des mesures répétitives, ne sont pas appropriés à la mesure d'événements rares, à impulsion unique, qui caractérisent souvent les outils diagnostiques basés sur la détection d'une radiation spécifique (PET, SPECT, gamma caméras, et autres outils de type « point of care »³ minimalement invasif). De surcroît, le champ de vision relativement restreint des capteurs actuels représente un facteur de limitation.

L'objectif principal de SPADnet est de développer un composant modulable pour de l'imagerie grand format d'événements rares. Le cœur du composant est constitué d'une matrice de type SPAD (Single Photon Avalanche Diodes, ou capteurs à photon unique) réalisé en technologie CMOS conventionnelle. Les capteurs à grand format proprement dits seront composés d'un assemblage de plusieurs dizaines de puces individuelles placées côte-à-côte. Il s'agira d'utiliser des technologies d'assemblage et de conditionnement innovantes pour réduire les pertes dues à l'espace séparant les puces

dans les assemblages habituels. Elles consistent en des interconnexions traversantes (verticalement) réalisées dans un substrat de silicium (approche TSV : *through silicon vias*).

Second avantage clé, la possibilité de déterminer en position et temps l'impact sur le capteur de chaque photon d'un signal lumineux même faible. Nous introduisons en effet le concept de suréchantillonnage spatial, dans lequel une seule mesure est partitionnée en une multitude de sous-mesures individuelles simultanées. La différence notable est que dans le concept de suréchantillonnage spatial, plusieurs capteurs de type SPADs détectent le même événement de façon indépendante, ce qui permet de d'améliorer la résolution temporelle du détecteur.

La décomposition d'un imageur large format en un réseau de matrices indépendantes est fondamentale pour le traitement d'une grande quantité de données. Dans les capteurs conventionnels de type PMT (tubes photomultiplicateurs) ou SiPM (silicon photomultipliers), le dispositif sensible à la lumière produit un flux d'impulsions analogiques, qui sont traités à l'extérieur du capteur ; par contre, le composant photonique proposé dans SPADnet génère une suite de données digitales qui auront été traités au préalable dans le composant lui-même.

Tout comme dans un vrai réseau de communication, il s'agira de garantir un échange de données efficace entre les composants photoniques. Les paquets de données seront acheminés dans le réseau et traités sur demande. Par exemple, des détecteurs de coïncidence peuvent être utilisés pour surveiller le trafic sur le bus de données, en simplifiant considérablement l'architecture des systèmes de type PET.

1. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne
2. Complementary metal-oxide-semiconductor

Membres de SPADnet :

- EPFL (Suisse, coordinateur)
- Fondazione Bruno Kessler, Trento (Italie)
- CEA-Leti (France)
- Mediso (Hongrie)
- STMicroelectronics (Ecosse & France)
- TU Delft (Pays Bas)
- University of Edinburgh (Ecosse)
- University of Budapest (Hongrie)

A propos du CEA-Leti

Le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) est un organisme public de recherche qui intervient dans quatre grands domaines : les énergies décarbonées, la défense et la sécurité globale, les technologies pour l'information, et les technologies pour la santé. Pour développer l'innovation dans chacun de ses domaines, il s'appuie sur une recherche fondamentale d'excellence en sciences de la matière et en sciences de la vie. Au sein du CEA, le Laboratoire d'Électronique de Technologie de l'Information (CEA-Leti) travaille en étroite collaboration avec l'industrie pour accroître leur compétitivité par le développement et le transfert de technologies innovantes. C'est la réussite de cette mission qui justifie le label Carnot attribué à l'institut Leti depuis 2006. Le CEA-Leti concentre son activité sur les micro et nano technologies et leurs applications aux systèmes et composants de communication sans fil, à la biologie et la santé, à l'imagerie, et aux Micro-Nano Systèmes (MNS). Partenaire principal du campus MINATEC, le CEA-Leti dispose de 8 000 m² de salle blanche de dernière génération, fonctionnant 24h/24 et 7j/7, pour le traitement de plaquettes de 200mm et 300mm de

diamètre. Avec ses 1 200 employés, le CEA-Leti forme plus de 150 doctorants et accueille 200 collaborateurs des sociétés partenaires. Le CEA-Leti dispose d'un portefeuille de plus de 1 500 brevets. Pour plus d'information, visitez notre site web www.leti.fr

Contact presse :

CEA-Leti

Thierry Bosc

+33 4 38 78 31 95

thierry.bosc@cea.fr