

**Sujet de thèse :** Développement de nouvelles techniques de Super-Résolution de séquences vidéo : Vers une implémentation temps réel sur Smart Camera

**Laboratoire :** Laboratoire Electronique Informatique Image – LE2I UMR 6306  
Aile des Sciences de l'Ingénieur – BP 47870 – 21078 Dijon Cedex

**Directeur de thèse :** Pr. D. Ginhac (dom@le2i.cnrs.fr) – 03 80 39 38 86

**Co encadrants :** J. Dubois (Julien.Dubois@u-bourgogne.fr)  
J. Miteran (miteran@u-bourgogne.fr)

**Début de thèse :** Octobre 2015

**Sujet complet :** <http://ginhac.com/downloads/phd-exist-2015.pdf>

**Mots clés :** Traitement d'images, super-resolution, reconstruction, parallélisation, Implantation temps réel, Smart Camera



<http://le2i.cnrs.fr>

Aile de l'ingénieur  
9 avenue A. Savary  
BP 47870  
21078 Dijon Cedex  
T. 03 80 39 59 69  
F. 03 80 39 59 10  
UMR 6306

**Pr. Dominique GINHAC**  
Deputy Director

T. +33 3 80 39 38 86  
dginhac@le2i.cnrs.fr  
dginhac@u-bourgogne.fr

<http://ginhac.com>

### Présentation de l'équipe d'accueil

Les travaux seront effectués dans l'équipe ARCHI « Architecture électronique des systèmes de vision » du Laboratoire Electronique Informatique Image (LE2I UMR 6306) de l'Université de Bourgogne à Dijon. Les travaux de recherche menés par cette équipe ont pour objectif commun la mise en œuvre de systèmes de vision intelligents, communément appelés Caméras Intelligentes ou Smart Cameras. On définira une Smart Camera comme étant un système de vision embarqué, intégrant un ensemble de capteurs dont au moins un imageur, une ou plusieurs unités de traitement capables d'analyser les données images ainsi qu'un média de communication chargé de délivrer les résultats à l'issue des traitements effectués. Ainsi, à la différence d'une caméra traditionnelle délivrant uniquement un flot d'images brut sans possibilité de traitement, un système de vision intelligent possède une capacité intrinsèque à acquérir et analyser le flot d'images en temps réel.

### Contexte de la thèse

Les recherches proposées dans le cadre de cette thèse font suite aux travaux récents menés par l'équipe ARCHI sur la conception de caméras intelligentes à haute performance [1-9]. Ils s'intègrent plus spécifiquement dans le cadre du projet européen H2020 EXIST – EXTended Image Sensing Technologies (2015/2018) regroupant un ensemble d'acteurs européens majeurs dans le domaine des systèmes d'imagerie. Le consortium regroupe des laboratoires académiques spécialistes en traitement d'images temps réel sur capteurs d'images dédiés (IMEC, Fraunhofer IMS, Le2i, TNO, iMinds et TU Delft) et des entreprises privées spécialistes en intégration de systèmes complexes de vision (CMOSIS, Grass Valley, Softkinetic, Thales Angenieux, Adimec, Silios, Sofradir, Focal et Quest). L'objectif principal de ce projet est de concevoir les nouvelles générations de capteurs d'images et de les intégrer dans des systèmes de vision intelligents surclassant les systèmes actuels. Tout particulièrement, l'accent sera mis d'une part sur la conception de capteurs à très grande résolution (8K), haute cadence (>240 images/sec), grande dynamique et faible bruit et d'autre part l'intégration temps réel de traitements d'images sophistiqués au plus près des capteurs. Les solutions retenues seront validées à l'issue du projet sous la forme de démonstrateurs pour différents secteurs applicatifs comme la Sécurité, le Médical ou la Vidéo professionnelle.

### Objectifs de la thèse

Le travail proposé dans cette thèse vise donc à développer un système de vision à très haute performance capable de réaliser des traitements d'images complexes sur des flots vidéos très importants. Les développements envisagés comprennent notamment le prototypage d'une Smart Camera regroupant des ressources de traitement à fort parallélisme (GPU, processeurs multi-cœurs,

FPGA, ...) en interaction avec un capteur d'images et une optique spécifique, tous deux étant fournis par les partenaires du projet. Plus spécifiquement, en étroite collaboration avec les autres partenaires du projet, il a été décidé de se focaliser sur des techniques de super résolution permettant d'obtenir des images de plus grande résolution et de plus grande finesse à partir de plusieurs images acquises par la caméra. Ce type de reconstruction peut être utilisé dans de nombreuses applications (télévision, surveillance, contrôle qualité).

Ainsi, la première partie de la thèse se focalisera sur des aspects algorithmiques de traitement d'images. Le candidat retenu aura pour mission principale de dresser l'état de l'art des techniques de super résolution afin d'identifier celles qui présentent un potentiel intéressant par rapport au cahier des charges envisagé. A partir de cet état de l'art, le candidat retenu aura alors pour mission principale d'adapter les techniques existantes ou de proposer de nouvelles solutions inédites. Dans tous les cas, les développements réalisés devront posséder un fort parallélisme potentiel afin de tirer parti des puissances de calculs toujours grandissantes et ainsi faire face à l'explosion du volume de données à traiter.

La deuxième partie de la thèse sera orientée sur les aspects implémentation temps réel des techniques de super résolution. En effet, il s'agira de valider les solutions algorithmiques retenues sur un démonstrateur matériel. L'objectif de la thèse est au final de mettre en œuvre une Smart Caméra de résolution améliorée à partir d'un capteur de plus faible résolution, typiquement une caméra 8K (ou 4K) à partir d'un capteur 4K (ou 2K).

### **Compétences requises**

Le candidat devra avoir des compétences en traitement et analyse d'images, en parallélisation d'algorithmes, en implémentation temps réel.

### **Comment candidater ?**

- Etape 1 : Tout candidat doit impérativement prendre contact avec l'équipe d'accueil en envoyant un CV et une lettre de candidature par email.
- Etape 2 : Un entretien téléphonique ou par visioconférence sera ensuite organisé.

### **Références**

[1] P.J. LAPRAY, B. HEYRMAN, D. GINHAC, "HDR-ARtiSt: an adaptive real-time smart camera for high dynamic range imaging", *Journal of Real-Time Image Processing*, pp. 1-16 DOI: 10.1007/s11554-013-0393-7, January 2014

[2] P.J. LAPRAY, B. HEYRMAN, D. GINHAC, "Hardware-based smart camera for recovering high dynamic range video from multiple exposures", *Optical Engineering*, Vol.53, Issue 10, 102110, DOI: 10.1117/1.OE.53.10.102110, September 2014.

[3] W. ELHAMZI, J. DUBOIS, J. MITÉLAN, M. ATRI, B. HEYRMAN, D. GINHAC, "Efficient smart-camera accelerator: an configurable motion estimator dedicated to video codec", *Journal of Systems Architecture*. Elsevier, Vol. 59, Issue 10, Part A, pp.870-877, November 2013

[4] T. TOCZEK, F. HAMDJ, B. HEYRMAN, J. DUBOIS, J. MITÉLAN, D. GINHAC, "Scene-based non-uniformity correction: from algorithm to implementation on a smart camera", *Journal of Systems Architecture*, (2013), Elsevier, Vol. 59, Issue 10, Part A, pp.833-846, November 2013

[5] D. GINHAC, J. DUBOIS, B. HEYRMAN, M. PAINDAVOINE, "A high speed programmable focal-plane SIMD vision chip", *Analog Integrated Circuits and Signal Processing*, Vol. 65, Issue 3, pp. 389-398, December 2010

[6] D. GINHAC, J. DUBOIS, M. PAINDAVOINE, B. HEYRMAN, "A SIMD Programmable Vision Chip with High Speed Focal Plane Image Processing", *EURASIP Journal of Embedded Systems – Special Issue on Design and Architectures for Signal and Image Processing*, Article ID 961315, 13 pages, Jan 2009.

[7] D. GINHAC, E. PRASETYO, M. PAINDAVOINE, B. HEYRMAN, "Principles of a CMOS sensor dedicated to face tracking and recognition", in *IEEE International Workshop on CAMP 2005*, Palermo, Italy, pp. 33-38, July 2005.

[8] J. DUBOIS, D. GINHAC, M. PAINDAVOINE, "A single-chip 10 000 frames/s CMOS sensor with in-situ 2D programmable image processing", in IEEE International Workshop on CAMPS 2006, Montreal, Quebec, Canada, Sept 2006

[9] P-J. LAPRAY, B. HEYRMAN, M. ROSSE, D. GINHAC, "HDR-ARTiSt: High Dynamic Range Advanced Real-time imaging System", in IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS 2012), Seoul, Korea, 20-23 May 2012.