

Mini-symposium CREE-MATH-INDUS
CREE-MATH-INDUS : Contacts Recherche Entreprises,
l'Expérience Maimosine. Quelques exemples de collaborations
entre MATHématiciens et INDustriels

Mini-symposium porté par MaiMoSiNE

Résumé

Ce mini-symposium présente des exemples de collaborations entre mathématiciens et industriels initiés par la structure MaiMoSiNE.

Organisateur(s)

1. **Marianne Clausel**, LJK-Université Joseph Fourier.
2. **Antoine Girard**, LJK-Université Joseph Fourier.

Liste des orateurs

1. **Pierre Lebeaut**, DOCEA
Titre : Evaluation de la qualité de modèles d'ordre réduit des phénomènes de transfert thermique dans les appareils électroniques (I).
2. **Antoine Girard**, LJK
Titre : Evaluation de la qualité de modèles d'ordre réduit des phénomènes de transfert thermique dans les appareils électroniques (II).
3. **Johann Foucher**, POLLEN
Titre : Recalage d'images et estimation de paramètres géométriques en imagerie par transmission électronique (I).
4. **Alexandre Derville**, LJK
Titre : Recalage d'images et estimation de paramètres géométriques en imagerie par transmission électronique (II).
5. **Laurent Testard**, HALIAS
Titre : Traitement de signaux non uniformes : application en électronique (I).
6. **Brigitte Bidégaray-Fesquet**, LJK-CNRS
Titre : Traitement de signaux non uniformes : application en électronique (II).

Marianne Clausel, Univ. Grenoble-Alpes, Laboratoire Jean Kuntzmann, 51 rue des Mathématiques, BP 53, 38041 Grenoble Cedex 09, Marianne.Clausel@imag.fr

Antoine Girard, Univ. Grenoble-Alpes, Laboratoire Jean Kuntzmann, 51 rue des Mathématiques, BP 53, 38041 Grenoble Cedex 09, Antoine.Girard@imag.fr

Pierre Lebeaut, DOCEA POWER, 166B, rue du Rocher de Lorzier 38430 Moirans, pierre.lebeaut@doceapower.com

Antoine Girard, Univ. Grenoble-Alpes, Laboratoire Jean Kuntzmann, 51 rue des Mathématiques, BP 53, 38041 Grenoble Cedex 09, Antoine.Girard@imag.fr

Johann Foucher, POLLEN Technology C/O Gate1, 31 rue Gustave Eiffel 38000 Grenoble, johann@pollen-technology.com

Alexandre Derville, Univ. Grenoble-Alpes, Laboratoire Jean Kuntzmann, 51 rue des Mathématiques, BP 53, 38041 Grenoble Cedex 09, derville.alexandre@gmail.com

Laurent Testard, HALIAS Technologies, Laurent.Testard@halias.fr

Brigitte Bidégaray-Fesquet, Univ. Grenoble-Alpes, Laboratoire Jean Kuntzmann, 51 rue des Mathématiques, BP 53, 38041 Grenoble Cedex 09, Brigitte.Bidegaray@imag.fr

Introduction

L'objectif de ce mini-symposium est de présenter quelques unes des collaborations entre mathématiciens et industriels qui ont pu être initiées via la structure MaiMoSiNE. Après avoir brièvement présenté MaiMoSiNE, nous donnerons trois exemples de collaborations LJK-PME. A chaque fois le partenaire industriel présentera la problématique initiale. Le mathématicien présentera ensuite les outils qui ont pu être développés afin d'apporter des réponses au problème posé.

1 Collaboration MaiMoSiNE–DOCEA. Evaluation de la qualité de modèles d'ordre réduit des phénomènes de transfert thermique dans les appareils électroniques

Cet exposé présentera une collaboration entre la structure MaiMoSiNE (<http://www.maimosine.fr>) de l'université de Grenoble et l'entreprise DOCEA Power qui est un éditeur de logiciel dans le domaine des semi-conducteurs. DOCEA Power développe notamment un simulateur de la dynamique thermique des appareils électroniques permettant de calculer les profils de température des différents composants. Une caractéristique de ce logiciel est la possibilité de choisir le compromis entre précision et coût de simulation par l'utilisation de modèles d'ordre réduit. La collaboration avec MaiMoSiNE résulte d'un besoin d'estimer la qualité de ces modèles a priori avant leur utilisation en simulation. Le travail réalisé dans le cadre de la théorie des systèmes dynamiques linéaires a permis de concevoir une solution permettant à l'utilisateur d'avoir une connaissance a priori de la précision attendue en fonction du coût de simulation admissible. L'étude réalisée par MaiMoSiNE a permis à l'entreprise de développer cette nouvelle fonctionnalité prévue pour être intégrée à la nouvelle version du logiciel. Le gain de productivité résultant a été validé et un prototype est actuellement testé par des clients.

2 Collaboration MaiMoSiNE–POLLEN Technology. Recalage d'images et estimation de paramètres géométriques en imagerie par transmission électronique

La société POLLEN Technology s'est intéressée à des images de transistors sur lesquelles il s'agit d'effectuer une estimation de certaines caractéristiques géométriques. Comme les transistors considérés sont de très petite taille (de l'ordre de 10nm), les mesures directes sont complexes et limitées en justesse de mesure.

On fait alors appel à la fusion de données pour obtenir des mesures fiables. Pour cela, on utilise diverses techniques complémentaires de caractérisation comme la microscopie électronique à balayage (MEB), la microscopie à force atomique (AFM) et la microscopie électronique à transmission (TEM). Les images produites par cette dernière technique sont l'objet de ce travail.

Un modèle géométrique est parfois disponible pour quelques images.

Jusqu'ici, il n'existait pas de méthode permettant le recalage d'un grand nombre (centaines) d'images s'appuyant sur un modèle géométrique. Une fois obtenu, le recalage doit permettre de déterminer les paramètres géométriques des formes sur ces diverses images. Nous présentons la méthodologie proposée ainsi que les conclusions expérimentales obtenues sur les données fournies.

Ce travail donne actuellement lieu à des prolongements, puisqu'une thèse CIFRE a été engagée sur des thématiques connexes à la suite de cette première collaboration entre le LJK et la start-up POLLEN Technology.

3 Collaboration MaiMoSiNE–Halias. Traitement de signaux non uniformes : application en électronique

Les signaux non uniformes sont des signaux dont les temps d'échantillonnages sont non réguliers. C'est un paradigme un peu différent des signaux utilisés en traitement du signal standard qui traite d'échantillons prélevés régulièrement à chaque tic d'horloge. Quand il y a non uniformité, elle est soit subie (irrégularité de l'horloge ou perte de données par exemple) ou voulue. Dans cette dernière catégorie, il y a des signaux

initialement réguliers mais décimés (compression de données) et des signaux irréguliers de manière native. C'est le cas des signaux échantillonnés par événement qui font l'objet d'études multidisciplinaires à Grenoble à l'interface des mathématiques, de l'électronique et de l'automatique. Ces recherches font également l'objet de nombreux contacts industriels, particulièrement avec des PME, car il s'agit d'un sujet de niche, avec la société HALIAS qui co-présente ces travaux, mais aussi UroMems ou Vigilio S.A.

Dans le cadre de la collaboration avec HALIAS, nous avons des signaux irréguliers et très fortement sur-échantillonnés. Du fait de ce sur-échantillonnage, nous aurions pu ré-échantillonner régulièrement puis appliquer des outils de traitement du signal standard. Mais les résultats attendus, qui concernaient l'adéquation d'une sortie électronique avec une consigne théorique, nous ont conduit à choisir d'utiliser des algorithmes initialement développés pour des signaux non uniformes générés par traversée de niveaux [1]. Les cas à traiter étaient plus particulièrement les suivants :

- la reconnaissance d'une sinusoïde (amplitude et fréquence) après un temps de chauffe,
- la reconnaissance de signaux en créneaux et la conformité des temps de transition entre les deux états du système.

Dans ces deux cas, il suffit de très peu de données pour décrire le signal dans une classe de signaux donnée, un des points cruciaux étant le placement adéquat des niveaux. En effet, dans le cas sinusoïdal, il faut bien capturer les extrema des signaux pour en connaître l'amplitude exacte. Un effet très positif de l'échantillonnage choisi est que le faible nombre d'échantillons considérés permet de réduire grandement la plage de fréquence potentiellement décrite par les échantillons et donc la complexité de l'algorithme de détermination de la fréquence. Pour les études sur les créneaux, une grande partie de l'analyse peut se faire avec du *zero-crossing*, c'est-à-dire l'échantillonnage par traversée d'un unique niveau de valeur intermédiaire entre le minimum et le maximum des valeurs du signal.

Une première collaboration de recherche a été suivie par le co-encadrement d'un étudiant qui a porté les algorithmes depuis MATLAB dans le logiciel commercial d'HALIAS.

Références

- [1] L. FESQUET ET B. BIDÉGARY-FESQUET, *SPASS : Signal Processing for ASynchronous Systems*, Matlab toolbox, <http://ljk.imag.fr/membres/Brigitte.Bidegaray/SPASS>, 2010.
- [2] L. FESQUET ET B. BIDÉGARY-FESQUET, *Digital filtering with non-uniformly sampled data : from the algorithm to the implementation*, M. Miskowicz ed., Event-Based Control and Signal Processing, 2015.