

## ANNEXE 1 – Posters des doctorants

### **Posters présentés lors du Forum**

(seuls figurent ici les posters dont les doctorants concernés autorisent la diffusion)

## Marharyta ALEKSANDROVA

### THÈSE : FACTORISATION DE MATRICES ET ANALYSE DE CONTRASTE POUR LA RECOMMANDATION

#### • Thèse en cotutelle entre :

- **France** (Université de Lorraine, Laboratoire LORIA, équipe KIWI) et
- **Ukraine** (National Technical University of Ukraine 'KPI')

#### Mes encadrants :

- Anne BOYER (KIWI)
- Armelle BRUN (KIWI)
- Oleg CHERTOV (NTUU 'KPI')

#### • Financement :

- Bourse du gouvernement Français

#### Factorisation de matrices



Les préférences des utilisateurs sur les articles (matrice de votes **R**) sont présentes dans le petit espace de **facteurs latents (FL)**

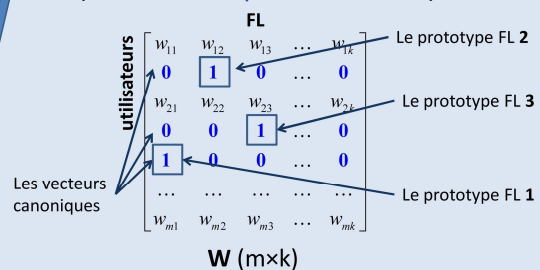
#### • Points forts :

- Le modèle devient **petit** ( $k \ll \min\{m, n\}$ )
- Prédiction de **haute précision**

#### • Points faibles :

- FL n'ont **pas d'interprétation** → les recommandations ne peuvent pas être expliquées

**Solution :** associer FL à des utilisateurs réels (utilisateurs représentatifs, **RU**) :

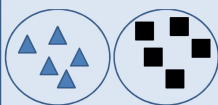


Cette interprétation permet :

- **Expliquer** les recommandations
- Résoudre problème de **démarrage à froid**
  - Nouvel article entre le système → demande RU donner leur avis sur cet article → estime les préférences d'autres utilisateurs

#### Analyse de contraste

**L'idée :** Trouver les '**patterns**' qui distinguent deux ou plusieurs **ensembles de contrastes** (ensembles, ayant différentes valeurs d'une certaine caractéristique).



Quelle est la différence entre ces 2 ensembles : par exemple, peut-on prédire la **forme** (caractéristique du contraste) en se basant sur d'autres caractéristiques des éléments ?

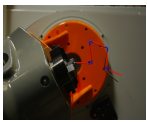
Oui, la **forme** peut être prédite par **couleur**: **bleu – triangle**, **noir – carré**.

2 algorithmes ont été proposés: ils permettent d'identifier les '**patterns**' pour **modifier la valeur du paramètre de contraste** :

- à base de '**clustering**'
- à base des **règles d'association**

Ces algorithmes peuvent être utilisés pour **améliorer le niveau de satisfaction** des utilisateurs avec les recommandations fournies par le système

## 1. Contexte & Objectifs de la thèse



- ✓ Thèse CIFRE/ANRT
- ✓ Entreprise Numalliance ⇒ Machines à commande numérique : fils, tubes, etc.
- ✓ Objectifs :
  - ✓ Contrôle qualité : simple et rapide à la sortie de chaque pièce (comparaison avec un modèle théorique)
  - ✓ Segmentation robuste
  - ✓ Mesure Géométrique - Reconnaissance primitives géométriques (segments & arcs de cercle)
  - ✓ Intégration dans un contexte industriel

## 2. Problématique

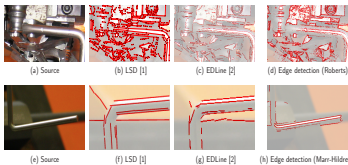
La segmentation ou l'analyse géométrique d'objets spéculaires est un problème difficile et bien connu de la vision par ordinateur. Il l'est tout aussi dans le domaine de la détection de segment de droite car les spécularités :

- ✓ provoquent de nombreux faux positifs/négatifs,
- ✓ la non détection dans les parties sombres.

## 3. Échec des méthodes connues

Limites des méthodes d'extraction de droites/détection de contours :

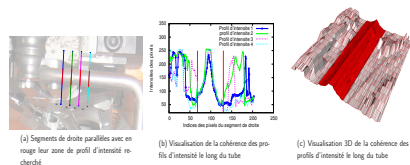
- ✓ Trop de faux positifs/négatifs (b, c, d).
- ✓ Aucune garantie d'appartenance à l'objet recherché.
- ✓ Les spécularités augmentent la complexité d'identification de l'objet recherché.



## 4. Intérêt des profils d'intensité

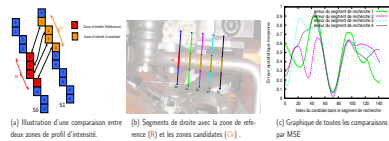
La plupart des méthodes utilise l'information de gradient ce qui explique les problèmes avec les spécularités. Nous proposons ici une nouvelle stratégie :

- ✓ Aucune utilisation des gradients contrairement à [4].
- ✓ Comparaison de profils d'intensité associés à des segments de droite parallèles (a).
- ✓ Recherche sur chacun d'eux de la zone correspondant à un profil d'intensité référence.



## 5. Sélection des zones d'intérêt

- ✓ On définit manuellement une zone sur le premier segment ⇒ Profil d'intensité référence
- ✓ Sur les autres segments : déplacement d'une zone de taille équivalente à la référence
- ✓ Entre chaque zone et la référence ⇒ Erreur quadratique moyenne (MSE)(a)
- ✓ Sélection pour chaque segment, la zone qui minimise le MSE (c)

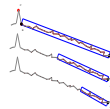


## 6. Segment flou [3]

Droite discrète  $\mathcal{L}(a, b, \mu, \omega)$  : ensemble des points entiers vérifiant  $\mu \leq ax - by < \mu + \omega$ , avec  $(a, b, \mu, \omega) \in \mathbb{Z}^4$

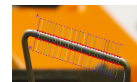
Segment flou d'épaisseur  $\nu$  : ensemble de points appartenant à une droite discrète d'épaisseur verticale  $\frac{1}{\max(|a|, |b|)}$  inférieure ou égale à  $\nu$

- ✓ Prise en compte du bruit dans l'image et de l'approximation des objets réels par des formes géométriques parfaites
- ✓ Reconnaissance en temps linéaire par un algorithme incrémental basé sur le maintien de l'enveloppe convexe des points
- ✓ Définition qui va nous permettre de construire les deux bords du tube détectés
- ✓ Utilisation de la librairie DGtal [6] qui implémente la notion de segment flou

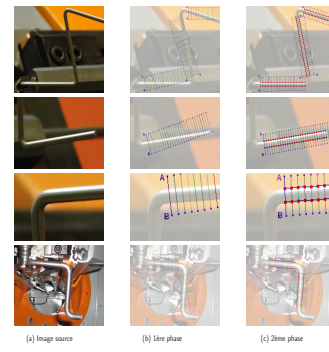


## 8. 2<sup>e</sup> phase : affinage de la détection

- ✓ Recalage des segments dans la direction des segments flous détectés
- ✓ Relance de la première phase pour étendre la reconnaissance



## 9. Résultats



## 10. Perspectives de fin de thèse

- ✓ Automatisation ⇒ suppression de la sélection manuelle du profil d'intensité référence [5]
- ✓ Mesure précise de la robustesse et des limites de la méthode
- ✓ Étendre la méthode aux arcs de cercle pour une segmentation complète du tube
- ✓ Généralisation ⇒ détection de bandes d'une épaisseur donnée dans une image

## Bibliographie

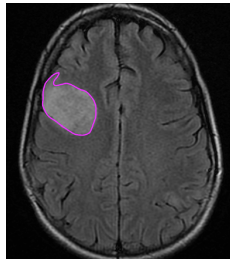
- [1] Grompone von Gioi, R., Jakubowicz, J., Morel, J.M., Randall, G. : LSD : a Line Segment Detector. Image Processing On Line 2, 35-55 (2012)
- [2] Akinlar, C., Topal, C. : EDLines : A real-time line segment detector with a false detection control. Pattern Recognition Letters 32(13), 1633-1642 (Oct 2011). <http://cong.anadolui.edu.tr/CV/EDLines/demo.aspx>
- [3] Debled-Rennesson, I., Feschet, F., Rouyer-Degli, J. : Optimal Blurred Segments Decomposition of Noisy Shapes in Linear Times. Computers and Graphics 30, 30-36 (2006)
- [4] Kerautret, B., Even, P. : Blurred Segments in Gray Level Images for Interactive Line Extraction. In : Wiederhold, P., Barnea, R.P. (eds.) Proceedings of the 13th International Workshop on Combinatorial Image Analysis (IWCI). LNCS, vol. 5852, pp. 176-186. Springer (Nov 2009)
- [5] Chang, J., Raskar, R., Agrawal, A. : 3d pose estimation and segmentation using specular cues. In : CVPR09, pp. 1706-1713 (2009)
- [6] DGtal : Digital Geometry tools and algorithms library. <http://libdgtal.org>

## General context

Low-grade gliomas are slow-growing, grades 1 and 2, brain tumors that originate from glial cells.

The follow-up of low-grade glioma patients from MRI dataset is based on :

- ▶ MRI dataset **manual segmentation**
- ▶ **Reconstruction** of tumor volume with OSIRIX software
- ▶ **Calculation** of the tumor diameter
- ▶ **Monitoring** of the tumor diameter's velocity of growth



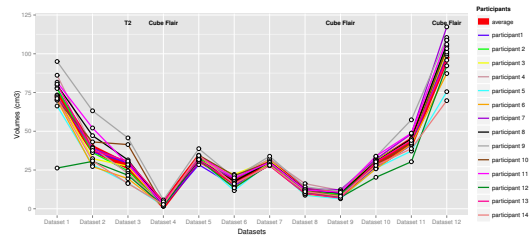
Importance of the manual segmentation's quality in defining the quality of patient's follow-up.

## Statistical analysis

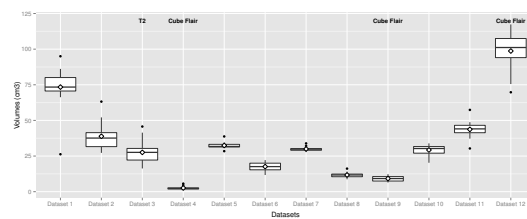
- ▶ **Quantitative response variable:** the tumor volume or the standardized tumor volume.
- ▶ **Qualitative predictor variable:** the participant.
- ▶ For the study of the variability introduced by each participant, application of a one-way analysis of variance **ANOVA** to tumor volumes.
- ▶ For the study of the variability introduced by the years of experience and the medical specialty on the tumor volumes, application of **Fisher's exact test** on the standardized tumor volumes.

## Results

- ▶ The observation of the volume variations for the different participants and for all datasets, plotted against the average of the volumes, suggests that the practitioners have, on average, the same volume variations.



- ▶ The boxplot shows that the dispersion of tumor volumes per dataset around the mean and the median is low.



- ▶ The analysis of variance proves, with a significance level of 5%, that **the practitioner factor has no significant influence on the average values of the volume variable.**
- ▶ Fisher's exact test proves, with a significance level of 5% , that **the medical profession and the number of years of experience don't have a significant impact on the tumor volume estimation.**

## Motivation behind the study of the reproducibility of the manual segmentation of MRI dataset

- ▶ Inefficiency of automatic segmentation for low-grade gliomas due to the invasive nature of these tumors.
- ▶ Dataset manual segmentation performed by the same clinician.
- ▶ Better and faster therapeutic treatment of patients thanks to the segmentation of MRI dataset by many clinicians.
- ▶ Direction of a study to assess the reproducibility of MRI dataset manual segmentation vis-à-vis the **practitioners, their experience and field of expertise.**

## Material for the study

- ▶ **Location** : The PROMETEE Living Lab in TELECOM Nancy.
- ▶ **Software** : 32-bit OSIRIX and R software.
- ▶ **Dataset** :12 longitudinal axial FLAIR-weighted (except for one T2-weighted) MRI scans selected by an expert neurosurgeon.
- ▶ **Participants** : 14 experts in low-grade glioma.

## Method for the study

- ▶ **Visual test** to detect the participants with vision problems.
- ▶ Manual segmentation on a **learning dataset** to get familiar with OSIRIX.
- ▶ Manual Segmentation of the **test MRI datasets.**
- ▶ Completion of a **questionnaire** about the medical specialty and the years of experience.
- ▶ For each dataset, **saving** of the manual tracings and **computation** of the tumor volume.

## Perspectives

- ▶ Conduction of a similar study with an **automated segmentation algorithm.**
- ▶ Conduction of a similar study with compressed MRI datasets, using the best **compression standards (JP2K, JP2K 3D, HEVC ...)**.
- ▶ Creation of a **decision support software** to predict the abrupt change in tumor growth for patients undergoing chemotherapy and to alert the physicians on the possibility of ending the treatment.

## Contexte

- ❑ Le secteur de la santé en France a connu d'importantes transformations :
  - ❑ Renouvellement des modèles économiques et de l'offre de soins,
  - ❑ Innovations organisationnelles et gestionnaires,
  - ❑ Introduction des patients comme acteurs du système de soins.
- ➔ Introduction de nouvelles stratégies de modélisation et d'optimisation dans les systèmes hospitaliers : Gestion des flux patients.

## Objectifs

- ❑ Système d'aide à la décision dédié au personnel hospitalier:
  - ❑ Gestion optimale des flux patients : minimiser le temps de cycle de parcours des patients,
  - ❑ Planification des activités de soins,
  - ❑ Gestion des aléas : solutions de réaffectations et de réorganisation.

## Méthodologie

### Modélisation

- ❑ La modélisation du processus hospitalier permet de comprendre le fonctionnement du système et de déterminer les méthodes de résolution appropriées selon les spécificités de notre problème.
- ❑ **Modélisation UML (Unified Modeling Language)**
  - ❑ le formalisme UML permet de décrire le système d'un point de vue organisationnel, dynamique et temporel.

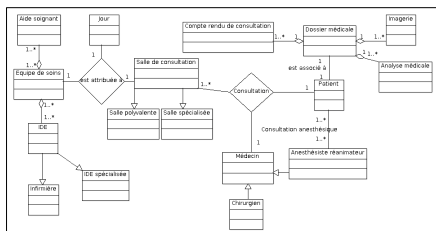


Figure 1 : Diagramme de classe : Consultation

### Modélisation à base d'agents

- ❑ La gestion et le contrôle du flux patients est un problème complexe où plusieurs acteurs de différentes disciplines interviennent.
- ❑ Les propriétés des agents : **l'autonomie**, la **pro-activité** et la **sociabilité**, ainsi que les caractéristiques des systèmes multi-agents : la **distribution**, la **communication**, la **coordination** et la **négociation** sont appropriés pour modéliser notre système.

### Architecture

- ❑ Architecture **hétérarchique** : 1. Niveau supérieur («Agents Patients») 2. Niveau inférieur (agents ressources partagées).
- ❑ Architecture **modulaire** : de nouvelles entités peuvent être ajoutées ou supprimées sans que la structure change.
- ❑ Approche **centrée patient** inspirée des approches de pilotage par le produit issues du domaine industriel.

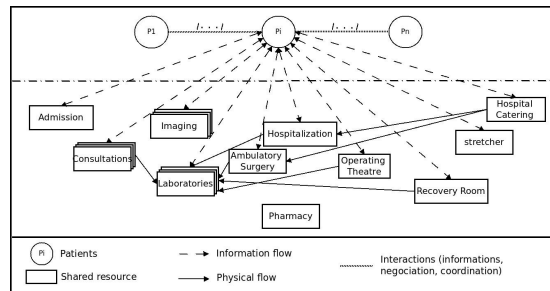


Figure 2 : Architecture du système multi-agents

### Modélisation mathématique

- ❑ Modèle mathématique d'optimisation non-linéaire multi-objectifs.
- ❑ **Fonctions objectives** : 1. Maximiser le nombre d'actes médicaux programmés. 2. Maximiser le taux d'occupation des acteurs. 3. Maximiser l'utilisation des ressources matérielles. 4. Maximiser les profits.
- ❑ **Variables de décision** :
 
$$X_{p,l,t} = \begin{cases} 1 & \text{Si l'acte médical } l \text{ est programmé à l'instant } t \text{ pour le patient } p \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$Y_{j,l,t} = \begin{cases} 1 & \text{Si le } j\text{ème acteur de type } j \text{ performe l'acte médical } l \text{ pour le patient } p \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$Z_{k,l,t} = \begin{cases} 1 & \text{Si la } k\text{ème ressource de type } k \text{ est utilisée pour l'acte médical } l \text{ pour le patient } p \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

### Gestion des aléas

- ❑ Deux niveaux de contrôle :
  - ❑ Niveau inférieur : négociation/coordination interservices.
  - ❑ Niveau supérieur : négociation/coordination entre «Agents Patients».

### Implémentation

- ❑ Système multi-agents : **JADE** (Java Agent DEvelopment Framework).
- ❑ Modèle mathématique : **FICO Xpress Optimization Suite**

## Conclusions

- ❑ **Contribution scientifique** : **Système multi-agents de pilotage réactif dynamique et distribué centré patient du parcours patient au sein des systèmes hospitaliers.**

### Originalités :

- ❑ Approche à **base d'agents** : agent central («Agent Patients») et agents auxiliaires (agents associés aux ressources partagées).
- ❑ Approche **centrée patient** : l'«Agent Patient» ordonnance et planifie les actes médicaux prescrits au patient associé.
- ❑ Architecture **hétérarchique** avec deux niveaux de contrôle.
- ❑ Gestion intégrée de l'intégralité du parcours patient.

### Objectif

Un biocapteur est un système analytique constitué d'un composé biologique (Analyte) relié à un transducteur. Ce dernier a pour objectif de transformer le signal biochimique en signal électrique quantifiable (Figure 1).

Objectif : Conception d'un biocapteur capable de détecter la présence de séquence ADN en utilisant la spectroscopie de bioimpédance.

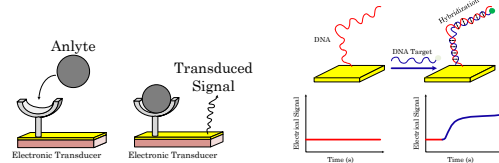


Figure 1. Principe de fonctionnement d'un biocapteur et la Détection d'ADN par hybridation

### Méthode

#### Circuit équivalent avec la présence des séquences ADN

Un échantillon biologique placé entre deux électrodes peut être représenté par le modèle équivalent simplifié d'un circuit RC parallèle

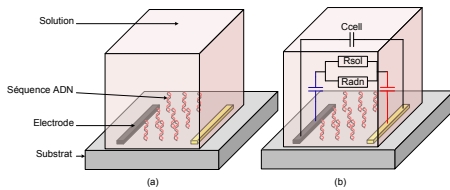


Figure 2. (a) Modèle à deux électrodes planes parallèles avec la présence de séquence ADN. (b) Circuit équivalent de (a) avec Rsol qui représente les caractéristiques de la solution et Radn celle de l'ADN.

### Optimisation

Afin de diminuer les effets de la capacité d'interface, nous proposons une réduction du facteur de la cellule Kcell [1] en fonction de la géométrie des électrodes (N,L,W,S).

La Figure 4 représente l'influence de la variation du L et N sur le Kcell.

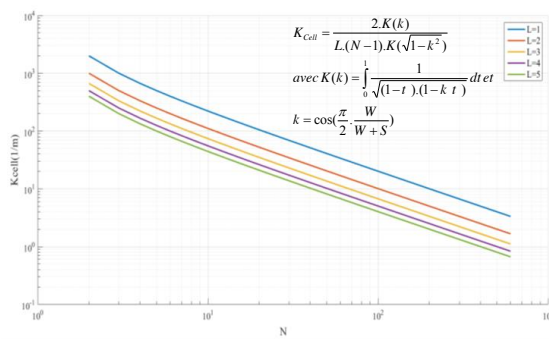


Figure 4. Facteur de cellule Kcell en fonction de N et L

### Conclusion

Les perspectives de ce travail sont :

- La vérification du fonctionnement par mesure de solution étalon.
- La mise en place d'une interface d'acquisition rapide (Figure 10).
- La mesures de concentration d'ADN en fonction de Z.
- Fonctionnalisation de surface par Self Assembled Monolayer (SAM) (Figure 9).

### Modélisation

Le modèle de circuit équivalent nous permet d'obtenir l'impédance totale du biocapteur. Cette impédance est fonction de la capacité d'interface (Electrode/Electrolyte), la capacité et la résistance de la solution.

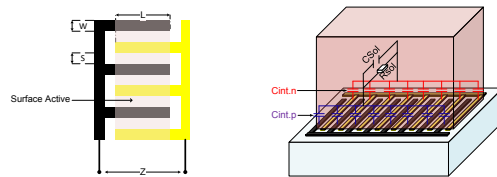


Figure 3: Modèle et circuit équivalent d'un biocapteur à électrodes interdigitées. Csol et Rsol représente les paramètres de la solution à tester et Cint représente la capacité de double couche.

Z est l'impédance totale du circuit équivalent. Cette impédance est en fonction de Gsol (Conductance de la solution), Csol (Capacitance de la solution) et Cinterface (Capacité de l'interface électrode électrolyte).

$$Z = \frac{1}{G_{sol} + j\omega C_{sol}} + \frac{1}{j\omega C_{interface}} \quad C_{interface, totale} = \frac{N}{4} LWC_0 \text{ avec } C_0 = \frac{4\epsilon_0\epsilon_r BF}{NLWK_{cell}}$$

### Conception

Les résultats de l'optimisation de Kcell (Figure 4), nous ont permis de modéliser sous le logiciel CoventorWare (Logiciel de modélisation pour MEMS) 5 capteurs (2 modèles sont issus de la bibliographie pour une étude comparative) (Figure 5). Nous avons développé un système de fixation (Figure 7) pour faciliter l'interfaçage des capteurs au dispositif de mesure (impédance mètre / Carte d'acquisition rapide).

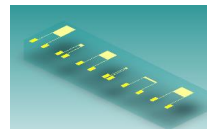


Figure 5. Capteurs modéliser sur CoventorWare.

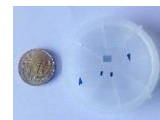


Figure 6. Conception en lithographie électronique.

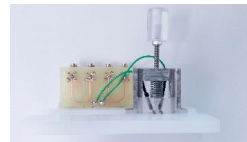


Figure 7. Système de fixation et d'interfaçage.



Figure 8. Image du capteur avec le microscope optique (x20).

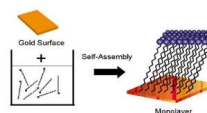


Figure 9. Self Assembled Monolayer.

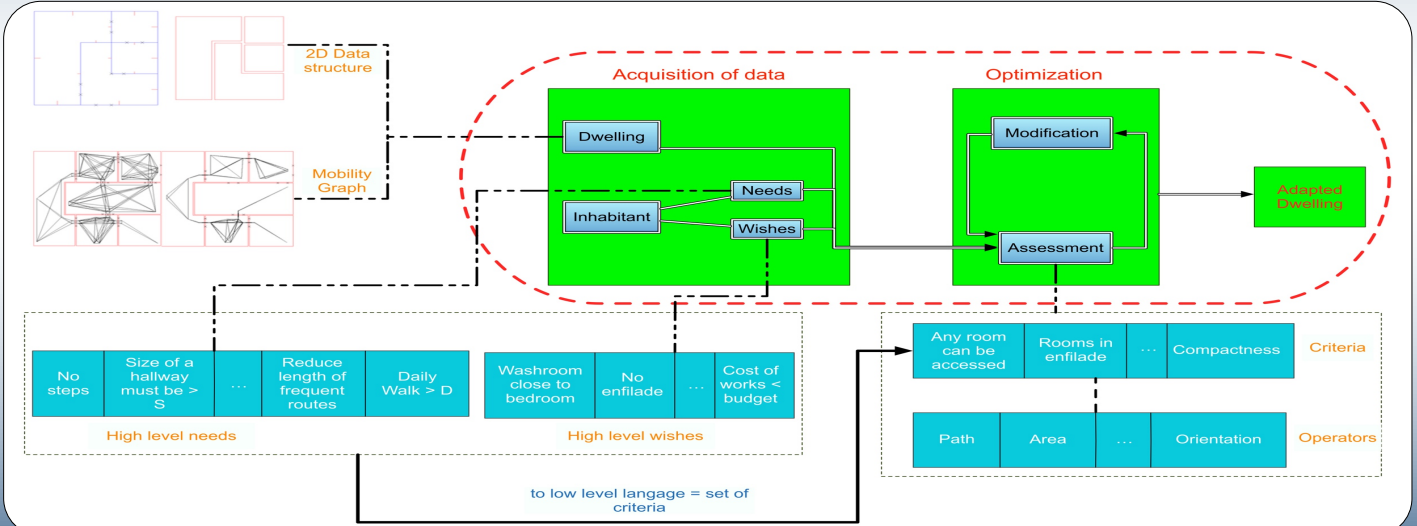


Figure 10. Carte d'acquisition rapide RedPitaya®

[1] T. Ngo, H. Shirzadfar, A. Bourjilat, D. Kourtiche and M. Nadi, A method to determine the parameters of the double layer of a planar interdigital sensor, Proceedings of the 8th International Conference on Sensing Technology, Sep. 2-4, 2014, Liverpool, UK

- The aim is to develop a decision support tool to help experts (architects, therapists and ergonomists) to adapt a dwelling to its future disabled inhabitant;
- This study focuses on the layout of the rooms, their sizes and shapes, the position of the doors; furniture is not considered;
- The exploration of various sketches uses optimization techniques and based on two modules :
  - Acquisition of the inhabitant needs and wishes and acquisition of the current dwelling layout;
  - Optimization, which itself relies on two other components: evaluation and modification.

We present here our acquisition module and evaluation component.



## Perspectives

- The next step will be to develop the modification module;
- We plan adaptations for buildings, hospitals and their users.

## References

- [1] Bouzoubaa, Y; Minich, C; Nagih, A; Pruski, A. Système informatique d'évaluation de l'adéquation d'un logement à un futur occupant handicapé. Colloque JCJC2015, pp. 47-63. IFRATH, Université Paris 8, Saint-Denis, 2015.
- [2] Bouzoubaa, Y; Minich, C; Nagih, A; Pruski, A. Evaluating the adaptation of a dwelling to a disabled person: A Graph Based Approach, Proceeding of CIE45: 45th International Conference on Computers & Industrial Engineering, Metz, France, Oct 15.

## Contexte & problématique industrielle

- Contexte : **conduite de procédés industriels complexes à risques**
- Problématique industrielle : service d'aide à la décision pour la préparation de **séquences d'actions de conduite** (passage d'un état donné de l'installation à un état cible)
  - en réaction à des aléas (non disponibilité des matériels, modifications des objectifs de conduite, ...)
  - en tenant compte : de l'état actuel de l'installation, de la structure du système à conduire, des contraintes de sécurité, ...

## Problématique scientifique adressée

- Comment **générer/vérifier formellement** une séquence permettant d'atteindre un objectif défini ?
- Comment **modéliser le système d'intérêt** pour assurer un **passage à l'échelle** des travaux ?

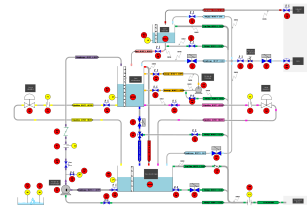


Figure 1: Plateforme CISPI du CRAN

## Approches existantes

### Modélisation de systèmes complexes [Alur et al. 1994, ISA88 1998]

- Modélisation de systèmes réactifs hiérarchisés
- Prise en compte d'éléments hétérogènes (états, disponibilités, grandeurs physiques, ...)

### Génération de séquences [Rivas et al. 1974, Li et al. 1997]

- Démonstration de l'existence d'une séquence d'action faisable (respectant les diverses contraintes de sécurité et de sûreté)
- Extension à la recherche d'un ensemble de solution faisables

### Vérification de séquences [Baier et al. 2008, Li et al. 2014]

- Formalisation d'une séquence d'action en vue de sa vérification
- Simulation de la séquence pour vérifier à la fois l'atteinte de l'objectif et le respect des contraintes

## Applicabilité d'approches existantes

**É**VALUATION de faisabilité de génération automatique d'une séquence d'actions basée sur une combinaison d'approches existantes : modèles en automates communicants avec une structuration basée sur la norme ISA88 et mécanisme de recherche d'atteignabilité [Cochard et al. 2015a, 2015b]

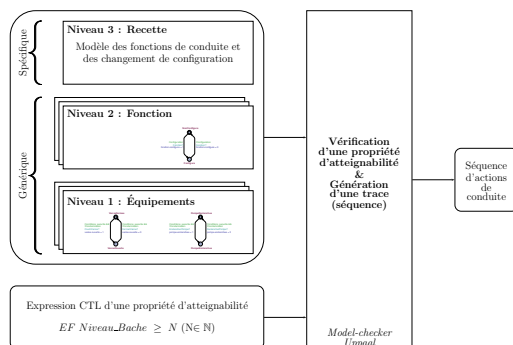


Figure 2: Approche de génération de séquences

## Publications

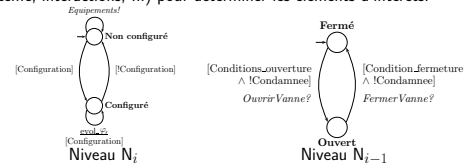
- (Cochard et al., 2015a) Thomas Cochard, David Gouyon, Jean-François Pétin. Génération de séquences d'actions sûres par recherche d'atteignabilité. Génie logiciel, 2015, Mars 2015 (112), pp.43-50.
- (Cochard et al., 2015b) Thomas Cochard, David Gouyon, Jean-François Pétin. Generation of safe plant operation sequences using reachability analysis. 20th IEEE Conference on Emerging Technologies & Factory Automation. ETFA 2015, September 2015, Luxembourg, Luxembourg.

Séminaire FCH-Entreprises, Jeudi 21 janvier 2016

## Proposition d'une approche de modélisation pour réduire l'espace d'état

### Apports de la conduite par objectif

**P**ARCOURS de l'espace d'état limité aux éléments nécessaires et suffisants : utilisation de connaissances métiers (structure du système, interactions, ...) pour déterminer les éléments d'intérêts.



→ **Première réduction de l'espace d'état**

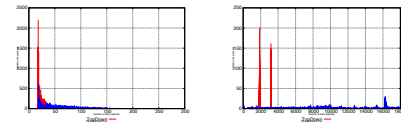


Figure 3: Étude comparative des deux approches

### Apports des techniques de réduction/d'abstraction de modèles

**O**N propose de combiner l'approche précédente avec une **technique d'abstraction** et de décomposer l'organisation hiérarchisée du système en  $k$  niveaux  $N_{k-1} \dots N_0$  par paires de niveaux  $(N_{i+1}, N_i)$  :

1. Modèle  $A$ , détaillé, au niveau  $N_{i+1}$
2. Modèles  $B_j$ , abstraits, au niveau  $N_i$

afin de construire un modèle de niveau  $\mathcal{M}_{(N_{i+1}, N_i)}$  tel que :

$$\mathcal{M}_{(N_{i+1}, N_i)} = A || B_1 || B_2 || \dots || B_j$$

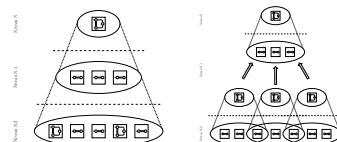


Figure 4: Découpage du système par niveaux hiérarchiques

## Perspectives

- Proposition d'une **démarche systématique d'abstraction**
- **Preuve d'équivalence** entre les modèles abstraits et détaillés
- **Application** sur un cas d'étude industriel



# A distributed Co-simulation architecture applied to Smart Grids

**Cherifa DAD and Stéphane VIALLE**  
IMS-IDMaD Team, UMI GT-CNRS, CentraleSupélec, Université Paris-Saclay, Metz, France.  
And Jean-Philippe TAVELLA  
EDF R&D, Clamart, France.

## Introduction

Complex systems like Smart Grids contain many different components interacting strongly with each other and these components are supervised by control parts across a telecommunication network. In fact, this system contains two kinds of components: The first one evolves in continuous time and can be simulated with time-stepped simulators. The second one evolves depending on discrete events and can be simulated with event-based simulators. Here, the physical system uses the constant step size, or variable step size with rollback when inaccuracy is suspected in computations.

Our objective is to build an environment for co-simulation by combining two existing simulators: DACCOSIM platform (Distributed Architecture for Controlled Co-Simulation) for simulating the FMI-based continuous part, with MECSYCO platform (Multi-agent Environment for Complex Systems Co-simulation) for simulating event-based systems. But, the main difficulty of this achievement is the concept of time used by such system. However, we should also design a hybrid model of synchronization, which takes into account all the characteristics and functionality of these components.



## Co-simulation

### Definition:

For simulating the complex systems, we need to perform co-simulation, which combines existing heterogeneous components, made with different technologies and experts.



### We have three basic elements for building a global model of a complex system:

- 1)- Discrete model that are based on events, and simulation is performed by the event-simulators.
- 2)- Physical model (continuous part) which is based on moments of time called time step.
- 3)- The co-simulation bus which is responsible for controlling and supervising interconnections between the components.

### Examples of standards of co-simulation:

- 1)- **FMI for Functional Mockup Interface** allows to combine different simulation tools by encapsulating them into the **FMI for Functional Mockup Unit**.
- 2)- **HLA for High Level Architecture** is a standard that enables several simulation systems to work together for the interoperability and the synchronization of data.

## Related work of environments co-simulation

### Electric Power and Communication Synchronizing Simulator (EPOCHS)

This solution includes three simulators (Telco, ElectroMag, ElectroMeca) and an integrator of control units, it represents the first Co-simulation about Telco networks and Electrical systems. The synchronization of this environment is based on the Time-stepped method. But, if the physical system generates event within step size, this synchronization will produce errors and the wrong results.

### Event-Driven framework for interconnected Power system and communication Network (GECCO)

GECCO contains two simulators (Telco, ElectroMeca), and a global event queue. So, this solution improves the EPOCHS

solution by saving and processing all events on time and in right order. But, the limitation of GECCO is that these events are processed sequentially and his execution is limited to one station (PC).

### Integrated co-Simulation of Power and ICT Systems for Real-time Evaluation (Inspire)

Inspire is based on the HLA standard and uses a conservative synchronization method, so, this solution does not correct the problems encountered in EPOCHS's solution but it introduces a new time management approach that is applied for interconnecting and integrating communication and power simulation. Unfortunately, it is only driven by the electric system.

### Command and Control Wind Tunnel (C2WT)

C2WT is a multi-model platform and scalable, it represents a distributed environment. C2WT is like Inspire solution in his time management because it is based on the HLA standard.



## Our approach

### Definitions :

- In a physical system, the time is discretized in time instants or time steps.
- An event is a time event if and only if the discrete simulator emits in to the continuous part.
- The continuous simulator generates a state event, this one emits it to the discrete part.
- Rollback is a mechanism in which the physical system can go back if there are errors in the accuracy of the calculations.



### Three scenarios of increasing complexity [1]:

- Combine the physical simulator with a constant, or a variable time step to the event bus.
- Extend the previous scenario by adding control parts with Time events.
- A physical simulator sends state events to the discrete system.



## Our model



- **HLA** : the continuous part saves its state and explores its future (to detect state events)
- Treat time events and state events at any time (expected and unexpected events)
- The rollback performed in the continuous part is transparent in relation to the discrete part
- The simultaneity of developments of  $\Delta$  and  $\Phi$  is modeled.

## DACCOSIM : simulator of physical components

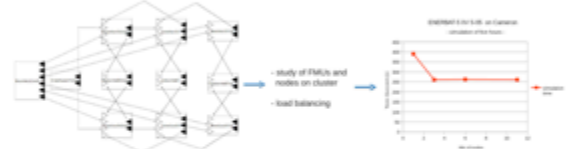
- DACCOSIM is a co-simulation environment for strongly coupled continuous time systems, with a distributed hierarchical co-simulation master.
- Evaluation of DACCOSIM platform on an industrial use case provided by EDF (leading French utility company), run on multi-core PCs and PC clusters (a building thermal behavior).
- Many simulators encapsulated in « FMUs » are interconnected and distributed on different nodes of a cluster by using different strategies, and the best solution in time simulation is to load balance both computations and communications [2].

## Results

- **Use case n° 1** represents heat transfers in a building composed of four rooms (Enerbat 2 : small computation and a lot of communication)



- **Use case n° 2** represents a building with three floors (Enerbat 3 : small and big FMUs)



## Conclusion

- This thesis contains many scientific and technological challenges, which includes:
- Developing a model for interaction and synchronization integrating continuous simulations discretized in step time with discrete simulations, and by making a compromise accuracy / performances on parallel and distributed architectures.
- Efficiently distribute the various components of the co-simulation on available resources to achieve the scalability.

[1] Scientific day (ISEE/EDF), CentreSupélec in 2011 sur l'hybrid, France, 18/09/2011A

[2] V. GALTER, S. VIALLE, C. DAD, J.P. TAVELLA, J.P. LAM-VEE-MU, G. PLESSIS, "FMI-Based Distributed Multi-Simulation with DACCOSIM", Spring Simulation Multi-Conference (SpringSim'15), In Symposium on Theory of Modeling and Simulation, TMS'15:84-811, Alexandria, VA, USA, 2015

**Introduction** Dans le domaine en pleine croissance des communications en groupe, les chiffreurs auto-synchronisants (SSSC) constituent un outil efficace pour les appareils mobiles qui exigent des communications à la fois privées et très rapides, par exemple les systèmes PMR (Professional Mobile Radio) et aussi des appareils à faible consommation électrique comme les équipements bluetooth, les tags RFID, et autres détecteurs de type SCADA qui nécessitent des algorithmes de chiffrement dits légers "lightweight cryptography".

- Objectives**
- proposition d'une nouvelle classe de chiffreur auto-synchronisant pour les communications privées.
  - application de la notion algébrique de platitude (théorie du contrôle).
  - caractérisation complémentaire de la notion de platitude par une approche par graphe et application à la synthèse de systèmes plats.
  - application aux systèmes dynamiques LPV pour la conception de chiffreurs auto-synchronisants.
  - étude de l'aspect sécurité de la nouvelle classe SSSC basée sur les systèmes LPV.

**Propriétés de platitude et architectures**

On dit qu'un système dynamique est *plat* s'il admet une variable  $y_k$  nommée sortie plate à partir de laquelle toutes les variables du système peuvent être exprimées comme fonction d'itérations antérieures/ultérieures de cette sortie  $y_k$ .

Une sortie  $y_k$  d'un système LPV de degré relatif  $r$ , est une *sortie plate* si et seulement si il existe un entier  $K < \infty$  tel que l'égalité suivante soit satisfaite pour toutes séquences  $\{\rho_k, \dots, \rho_{k+r+K}\} \in \Theta^{r+K+1}$  et pour tout  $k \geq 0$ :

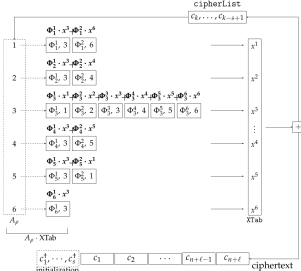
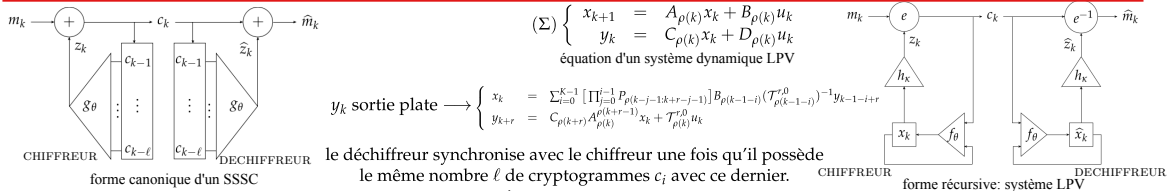
$$P_{\rho(k+K-1:k+K-1+r)} P_{\rho(k+K-2:k+K-2+r)} \dots P_{\rho(k:k+r)} = 0$$

avec

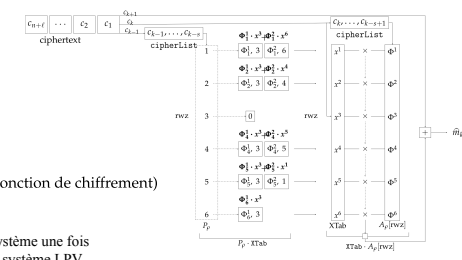
$$P_{\rho(k:k+r)} = A_{\rho(k)} - B_{\rho(k)} (\mathcal{T}_{\rho(k)}^{r,0})^{-1} C_{\rho(k+r)} A_{\rho(k)}^{\rho(k+r-1)}$$

$$\mathcal{T}_{\rho(k)}^{r,j} = C_{\rho(k+i)} A_{\rho(k+i+1)}^{\rho(k+i-1)} B_{\rho(k+i)} \text{ if } j \leq i-1, \mathcal{T}_{\rho(k)}^{r,i} = D_{\rho(k+i)}$$

$$A_{\rho(k_0)}^{\rho(k_1)} = \begin{cases} A_{\rho(k_1)} A_{\rho(k_1-1)} \dots A_{\rho(k_0)} & \text{si } k_1 \geq k_0 \\ \mathbf{I}_n & \text{si } k_1 < k_0 \end{cases}$$

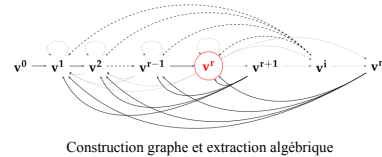


- $u_k \leftrightarrow m_k$  (clair)
- $y_k \leftrightarrow c_k$  (cryptogramme)
- $x_k \leftrightarrow z_k$  (keystream)
- $\mathcal{F}_\rho \leftrightarrow g$  (générateur keystream)
- $r \leftrightarrow b_s$  (délai)
- $(x_k, u_k) \mapsto C_{\rho(k+r)} A_{\rho(k)}^{\rho(k+r-1)} x_k + \mathcal{T}_{\rho(k)}^{r,0} u_k \leftrightarrow e$  (fonction de chiffrement)



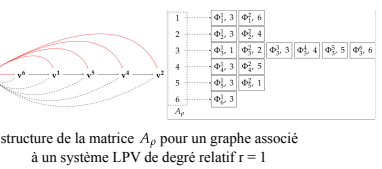
**Résultats**

- C0.  $v^F$  est  $v^r$  est un successeur de  $u = v^0$ ;
- C1. tous les chemins simples  $\{u\}$ - $\{v^F\}$  sont de longueur  $\ell(u, v^F)$ ;
- C2. chaque cycle couvre au moins un élément de  $V_{\text{ess}}(U, \{v^F\})$ .



$$M = \begin{pmatrix} u & x^1 & \dots & x^n \\ 0 & & & B^t \\ x^1 & & & \\ \vdots & & & A^t \\ x^n & 0 & & \end{pmatrix} \quad M_{i,j} = \begin{cases} 1 & \text{if } (x^i, x^j) \in E \\ 0 & \text{else} \end{cases}$$

matrice d'adjacence associée au graphe



**Conclusion et Perspectives**

- construction d'un SSSC basé sur un système LPV (approche algébrique)
- étude de structures de graphe approprié pour la conception de SSSC
- étude de fonctions non linéaires adéquates qui garantissent de bonnes propriétés de diffusion et de confusion.
- étude de l'aspect sécurité (résistance à des attaques spécifiques)
- implémentation du schéma

**Publications**

[1] B.Dravie, P.Guillot and G. Millérioux. *Security proof of the canonical form of the Self-Synchronizing Stream Cipher*. In proc. the ninth Workshop on Coding and Cryptography (WCC'15), Paris, France, Avril 2015.

[2] B. Dravie, J. Parriaux, P. Guillot and G. Millérioux. *Matrix representation of vectorial boolean functions and eigenanalysis*. In. Cryptography and Communications-Discrete-Structures Boolean Function and Sequences (CCDS).

Khuram FARAZ<sup>a,b</sup>, Sharib ALI<sup>a,b</sup>, Walter BLONDEL<sup>a,b</sup>, Ernest GALBRUN<sup>a,b</sup>, Marine AMOUROUX<sup>a,b</sup>, Christian DAUL<sup>a,b</sup>  
 {firstname.lastname@univ-lorraine.fr}

<sup>a</sup>Université de Lorraine, CRAN, UMR 7039, 2 avenue de la Forêt de Haye, 54516 Vandœuvre-lès-Nancy cedex, France  
<sup>b</sup>CNRS, CRAN, UMR 7039, 54516 Vandœuvre-lès-Nancy, France

## Abstract

Automatic building of large field of view mosaics of cutaneous surfaces facilitate diagnosis and is a key approach in the context of tele-health. The present study aims at comparing the performances of three optical flow (OF) methods (a local variational method, a global graph-cut method and a total variational approach) in the frame of human skin image mosaicing. Both quantitative and qualitative results are given, respectively on phantom data with known ground truth and on patient data.

## Introduction

### Context

Skin lesion diagnosis and follow-up are based on visual inspection by dermatologists. The latter practicing in urban areas mainly, telemedical approaches are developed to solve the economical and health problems of people with reduced mobility and/or living in remote areas.

### Objective

Our goal is to obtain extended FOV images by superimposing the common parts of several limited FOV images issued from a video sequence. Such mosaics facilitate scene interpretation and lesion follow-up.

Literature on skin mosaicing being limited and less encompassing, this exploratory study aims to establish the feasibility of demoscopic image mosaicing by comparing performances of different registration algorithms developed in another medical context.

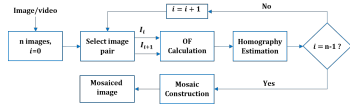


Figure 1 General block diagram sketching the mosaicing principle based on optical flow (OF) assessment.

Although skin is an elastic organ, considering the small FOV of individual frames, a rigid perspective transformation can be assumed between successive images of a video sequence. With an additional planar surface assumption, the homogeneous coordinates of homologous points in two successive images are related by a homography  $T_{i,i+1}$ :

$$\begin{bmatrix} \alpha x_i \\ \alpha y_i \\ \alpha \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f \cos \phi & -s_x \cos \phi & t_x \\ s_y \sin \phi & f \cos \phi & t_y \\ h_1 & h_2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{i+1} \\ y_{i+1} \\ 1 \end{bmatrix}$$

$T_{i,i+1}$

with  $f$  = scale factor,  $\phi$  = in-plane rotation,  $s_x, s_y$  = shear factors,  $t_x, t_y$  = 2D translations,  $h_1, h_2$  = perspective changes,  $x_i, y_i$  = coordinates in image  $I_i$ ,  $\alpha$  = scale factor

Once the homographies  $T_{i,i+1}$  corresponding to successive pairs  $(I_i, I_{i+1})$  of the video sequence are computed, the images are all placed in a global image co-ordinate system (of image  $I_0$ ). This image stitching step is done with the homographies  $T_{i,i+1}$  which are themselves computed using the dense correspondences given by the OF between images.

## Algorithms

### Inverse compositional method [1,2]

- Minimizes the sum of squared differences (SSD) of intensity values between images  $I_i$  and  $I_{i+1}$ .

$$SSD = \sum_{x \in I_i \cap I_{i+1}} [I_i(\mathcal{W}_{i+1}(x; \Delta M)) - I_{i+1}(\mathcal{W}_{i+1}(x; M))]^2$$

with  $\mathcal{W}(x; M)$  the warping function that transforms the coordinates  $x = [x \ y]^T$  according to the transformation parameters contained in  $M$  (vectorized  $T_{i,i+1}$ ).

- SSD is minimized with respect to  $\Delta M$  while iteratively updating vector  $M$ .

$$\mathcal{W}_{i+1}(x; M) \leftarrow \mathcal{W}_{i+1}(x; M) \circ \mathcal{W}_{i+1}(x; \Delta M)^{-1}$$

- with  $\circ$  representing the element-wise product.
- An initial warping is done using cross correlation between the image pair  $(I_i, I_{i+1})$  giving a first estimate of the 2D translation.

### Rflow variational Energy Minimization [3,4]

- Classical variational model has strong brightness constancy assumption.

$$\min_{\mathbf{u}} \int_{\Omega} \underbrace{\|\nabla I_{i+1} \cdot \Delta \mathbf{u} + I_{i+1}(\mathbf{x} + \mathbf{u}^0) - I_i(\mathbf{x})\|^2}_{\text{data-term}} d\Omega + \int_{\Omega} \underbrace{\|\nabla \mathbf{u}\|^2}_{\text{regularizer}} d\Omega$$

with  $\mathbf{u}$  being the flow vector and  $\Omega$  the image plane.

- Use of additional constraint of gradient constancy.
- Implementation of a structure term as a function of eigenvalues of the hessian matrix of the image.
- Use of  $l^1$  norm to avoid over-smoothing

$$E = \min_{\mathbf{u}} \int_{\Omega} \{ (1 - \phi) \|\nabla I_{i+1} \cdot \Delta \mathbf{u} + I_{i+1}(\mathbf{x} + \mathbf{u}^0) - I_i(\mathbf{x})\|^2 + \phi \|\nabla S_{i+1} \cdot \Delta \mathbf{u} + S_{i+1}(\mathbf{x} + \mathbf{u}^0) - S_i(\mathbf{x})\|^2 + \|\gamma L\|^2 \} d\Omega + \int_{\Omega} \{ \|\nabla \mathbf{u}\|^2 + \|\nabla L\|^2 \} d\Omega$$

where  $S$  represents the structure image while  $\phi$  and  $\gamma$  are weighting factors and  $L$  the illumination difference.

### Graph-cut based method [5,6]

- The data-term exploits color information and key-point correspondences:

$$E(\mathbf{u}) = E_{\text{color}}(\mathbf{u}) + \beta E_{\text{keypoints}}(\mathbf{u}) + \lambda_s E_{\text{smooth}}(\mathbf{u}).$$

- Global projective transformation is approximated by local affine transformations on a triangular grid. The real geometrical transformation between images is approximated by

$$E_{\text{color}} = \sum_{n=1}^N \frac{1}{|\Delta_n|} \sum_{x \in \Delta_n} \{ |I_i^{RGB}(x) - I_{i+1}^{RGB}(\mathcal{W}_{i,i+1}(x))|^2 \}$$

where  $\Delta_n$  is the  $n^{\text{th}}$  triangle in the grid and  $I_i^{RGB}$  represents the RGB image intensity.

- Key-points are extracted using SURF [7].
- The normalized smoothing term minimizes the discrepancy in flow vectors of neighboring triangle nodes.

$$E_{\text{smooth}} = \sum_{p,q} \frac{1}{\|p-q\|^2} \|\mathbf{u}_p - \mathbf{u}_q\|^2$$

with  $p$  and  $q$  being the nodes on the grid and  $\mathbf{u}_p$  the OF at node  $p$

## Results and Discussion

### Simulated test data-set with known ground truth

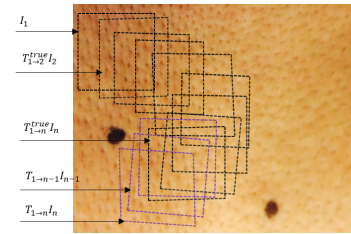


Figure 2 Image sequence extraction for video simulation.

- A high resolution dorsal skin image is used to simulate a video-sequence.
- $T_{i,i+1}^{\text{true}}$  are ground truth homographies and  $T_{i,i+1}$  are the estimated ones.
- The parameters of the ground truth homographies were randomly chosen (see Table 1 for the parameter intervals).

Table 1 Parameters for the video simulation using overlapping sub-images extracted from the dorsal image of Figure 2.

Protocol	Images	$\phi$	$f$	$s_x, s_y$	$h_1, h_2$	$t_x, t_y$
I	20	$\pm 5^\circ$	[0.95, 1.15]	[0.95, 1.10]	$\pm 10^{-3}$	$\approx 20$ pixels
II	48	$\pm 15^\circ$	[0.95, 1.05]	[0.95, 1.05]	$\pm 10^{-3}$	$\approx 50$ pixels

### Quantitative results for simulated data

Two criteria were used for comparing quantitatively the results of the methods studied:

- The image registration error (IRE) defined as:

$$IRE = \frac{1}{N} \sum_{p \in I_i \cap I_{i+1}} \|T_{i,i+1}^{\text{true}} p - T_{i,i+1} p\|^2$$

where  $N$  is the total number of pixels  $p$  in the overlapped image region

- Fiducial landmark error (FLE) computed as the Euclidean distance between the centroid of the landmark position in the ground truth image and in the estimated mosaic.

The landmark closest to the last frame of the sequence is selected for this purpose. Thus, the IRE and FLE represent "local" and "global" registration errors respectively.

Table 2 Method comparison on phantom data. All algorithms were implemented in MATLAB and tested on 2.7 GHz  $\ell^7$  processor.

Protocol	Method	IRE (pixels)			FLE (pixels)		time (s)
		min	max	mean	min	max	
I	Inv. Comp. Method [1,2]	1.45	5.64	3.57	19.30	0.1	
	Rflow method [3,4]	0.20	2.23	0.67	5.02	3	
	Graph-cut method [5,6]	0.18	2.30	0.778	7.50	15	
II	Rflow method [3,4]	0.15	2.23	0.70	30	4	
	Graph-cut method [5,6]	0.18	4.72	0.84	36	20	

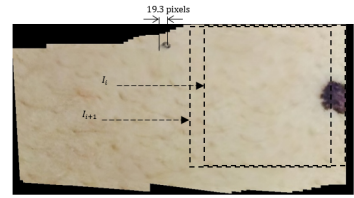


Figure 3 Protocol I mosaic using Rflow.

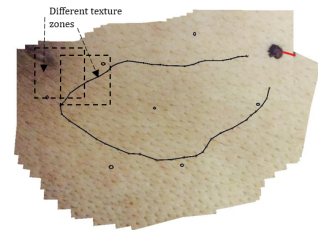


Figure 4 Protocol II mosaic using Rflow.

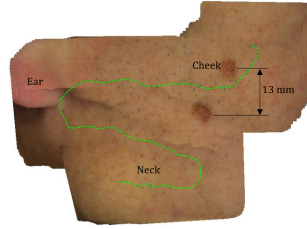


Figure 5 Mosaic of orbital region from a 2 s long real video sequence consisting of 29 frames.

## Conclusion and Perspectives

- The performance of three mosaicing methods developed for bladder mosaicing was tested and compared for cutaneous surface mosaicing.
- The initial results are promising and will help us develop dedicated algorithms for skin image mosaicing.
- The computation of OF with a total variational  $l^1$  approach provides the best compromise between registration robustness, accuracy and time.
- Graph-cut based methods, on the other hand, are robust and accurate but too slow.
- Local OF methods are fast but suffer from lack of robustness for registration of skin images with high texture variability.

## References

- Y. Hernandez-Mier, W. Blondel, C. Daul, D. Wolf, and F. Guillemin, "Fast construction of panoramic images for cystoscopic exploration", *Computerized Medical Imaging and Graphics*, vol. 34, no. 7, pp. 579–592, 2010.
- S. Baker, R. Gross, T. Bihukawa, and I. Matthews, "LucasKanade 20 years on: A unifying framework", Part 2, *International Journal of Computer Vision (IJCV)*, vol. 56, pp. 221–255, 2003.
- S. Ali, C. Daul, and W. Blondel, "Robust and accurate optical flow estimation for weak texture and varying illumination conditions: Application to cystoscopy", in *International Conference on Image Processing Theory, Tools and Application (IPTA)*, 2014.
- S. Ali, C. Daul, E. Galbrun, M. Amouroux W. Blondel, and F. Guillemin, "Robust bladder image registration by redefining data-term in total variational approach", in *Medical Imaging: Image-Processing, SPIE*, 2015.
- T. Weibel, C. Daul, D. Wolf, R. Röscher, and F. Guillemin, "Graph based construction of textured large field of view mosaics for bladder cancer diagnosis", *Pattern Recognition*, vol. 45, no. 12, pp. 4138–50, 2012.
- T. Weibel, C. Daul, D. Wolf, and R. Röscher, "Contrast enhancing seam detection and blending using graph cuts", in *International Conference on Pattern Recognition (ICPR)*, pp. 2732–2735, 2012.
- H. Bay, A. Ess, T. Tuytelaars, and L. Van Gool, "Speedup robust features (SURF)", *Computer Vision and Image Understanding (CVIU)*, vol. 110, no. 3, pp. 346–359, 2008.

# Incremental Learning in Distributed Embodied Evolutionary Robotics



Iñaki Fernández Pérez ([www.loria.fr/~fernandi](http://www.loria.fr/~fernandi))  
 Supervisors: François Charpillet and Amine Boumaza  
 LARSEN Team, Inria Nancy, France  
 Université de Lorraine, LORIA, UMR 7503, France



## 1 - Context: distributed multi-robot behavior learning

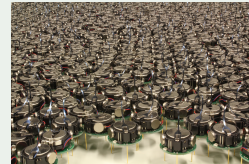
Several autonomous robots adapt to an unknown environment



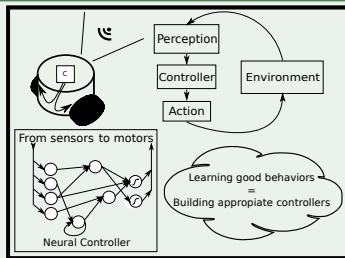
Each agent's goal is to learn "good" behaviors for given tasks



Robots can help each other adapt by communicating



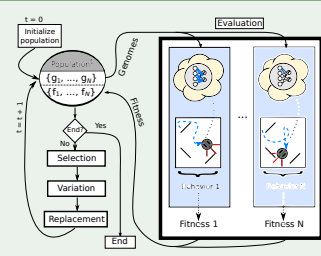
## 2 - Robots, behaviors and neural network controllers



## 3 - How can we automatically design robot behavior?

Artificial evolution (AE) = blind variations + selection pressure

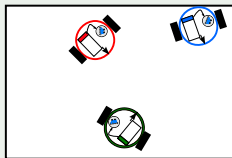
Evolutionary Robotics (ER) = use Evolution to learn robot behavior



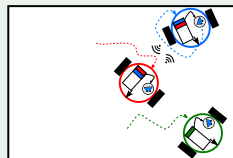
## 4 - How to learn behaviors for a swarm of robots?

### Distributed Embodied Evolutionary Robotics (distributed EER)

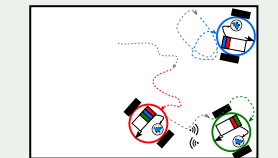
Each robot runs an Evolutionary Algorithm independently



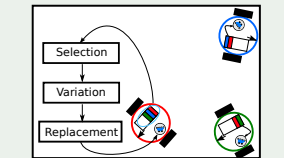
Robots learn *on-the-fly*, while performing the real task (online)



Robots locally exchange information to help each other learn (distributed)

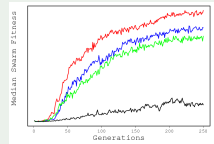


At the end of an evaluation, a robot performs selection and variation locally



## 5 - What is the impact of selection pressure in distributed EER? [1, 2]

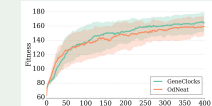
- What is the influence of how selective is the algorithm on the performance reached by the robots?
- Experiments in simulation: 4 levels of selection pressure, from none to maximal



Best performance for highest selection pressure (elitism), and the more selection pressure, the better performances reached

## 6 - How can we learn the topology of a neurocontroller in distributed EER? [3]

- Evolving neural topologies: richer behavioral space
- Centralized approaches need a counter of new neural structures in the topology
- What about distributed approaches?
- Our proposal: Gene Clocks, a fully decentralized mechanism that can order neural innovations (all but the concurrent ones)



A decentralized marking mechanism that allows for learning neural topologies in distributed EER

## 7 - The big picture: Incremental Learning

Motivation: designing robots that learn behaviors that allow them to adapt to new environments

Approach: Incremental online learning during the lifespan of the robot

How to build controllers that can learn incrementally and that avoid forgetting previously learnt behaviors?

### Hypothesis 1

Evolving topologies: A single, bigger controller can store behaviors for different tasks

### Hypothesis 2

Encouraging gene overlap (pleiotropy): Pleiotropy can make different behaviors overlap in a single controller

## 8 - References

- Iñaki Fernández Pérez, Amine Boumaza, and François Charpillet. Comparison of selection methods in on-line distributed evolutionary robotics. In *Proceedings of the Int. Conf. on the Synthesis and Simulation of Living Systems (Alife'14)*, pages 282–289, New York, July 2014. MIT Press.
- Iñaki Fernández Pérez, Amine Boumaza, and François Charpillet. Influence of selection pressure in online, distributed evolutionary robotics. In *Actes des Rencontres nationales des Jeunes Chercheurs en Intelligence Artificielle (RJCIA 2015)*, pages 31–36, Rennes, France, June 2015.
- Iñaki Fernández Pérez, Amine Boumaza, and François Charpillet. Decentralized innovation marking for neural controllers in embodied evolution. In *Proceedings of the 2015 on Genetic and Evolutionary Computation Conference, GECCO '15*, pages 161–168, Madrid, Spain, 2015. ACM.

Doctorant : Anh HOANG  
 Directeur de thèse : Benoît IUNG  
 Co-directeur de thèse : Van Phuc DO

Financement : Bourse du Ministère de l'éducation et de la formation du Vietnam + complément fonds propres

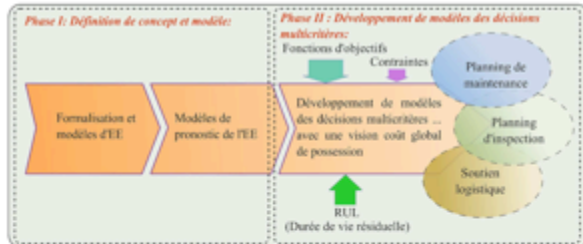
**CONTEXTE DE LA THESE**

- Systèmes industriels de plus en plus complexes avec de nombreuses exigences/performances à maîtriser/optimiser
- Exigences émergentes comme celles liées à la sécurité, au développement durable et plus spécifiquement à la consommation d'énergie, à l'efficacité énergétique (EE)
- La phase de maintien en conditions opérationnelles (MCO) doit jouer un rôle majeur dans la maîtrise et l'optimisation de ces performances mais à la condition de faire évoluer ses stratégies dans une vision plus système, pour une anticipation des dérives et un contrôle du coût global de possession

**PROBLÉMATIQUES SCIENTIFIQUES**

- Définition d'indicateurs pertinents de l'efficacité énergétique aux multi-niveaux d'abstraction d'un système industriel
- Modélisation, quantification des relations et impacts de ces indicateurs avec les autres indicateurs de performances
- Suivi de la projection, du pronostic de l'évolution de ces indicateurs dans une vision système pour une anticipation des dérives
- Modélisation de la prise de décision sur la base de l'ensemble de ces performances, de leurs relations, de leurs impacts, de leurs projections ... dans un objectif de maîtrise du coût global de possession

**MÉTHODOLOGIE PROPOSÉE**



**CONTRIBUTIONS SCIENTIFIQUES**

**Proposition d'indicateur (contribution a):**  
 Indicateur de l'EE:  $EEl = \sum E_{Ei} / O_i$

**Niveau composant:** Composants industriels (Oùlains EEI)  
 $E_{Ei} = (OP_i^e, NP_i^e)$   
 $Q_i = r(OP_i^e, NP_i^e)$   
 $EEI_i = \frac{r(OP_i^e, NP_i^e)}{g(OP_i^e, NP_i^e)}$

**Niveau fonction/système:**  
 $E_{Ei} = \alpha'_1 E_{E1} + \alpha'_2 E_{E2} + \dots + \alpha'_n E_{En} + \alpha'_0 E_{E0}$   
 $[X'_i] = [X'_1 \ X'_2 \ \dots \ X'_n \ X'_0]$   
 $EEI_{Ei} = \sum (\alpha'_1 X'_1 EEI_{E1} + \alpha'_2 X'_2 EEI_{E2} + \dots + \alpha'_n X'_n EEI_{En} + \alpha'_0 X'_0 EEI_{E0})$

**Définition de - REEL (contribution c):**  
 $REEL(t) = \{ \delta(T) : EEI^{t+T} = EEI_{Threshold} | EEI^t < EEI_{Threshold} \}$

- Outils scientifiques utilisés : Processus stochastiques, modélisation mathématique et simulation
- Outils support : Matlab

- (a) Proposition d'un indicateur d'efficacité énergétique (EEI) facilitant la décision à de multiples niveaux d'abstraction du système
- (b) Formalisation de l'indicateur multi-niveaux d'efficacité énergétique pour chaque niveau considéré (composant, fonction, système)
- (c) Proposition et formalisation d'un nouveau concept de pronostic de durée de vie énergétique résiduelle (Remaining Energy-Efficient Lifetime, REEL)

**PUBLICATIONS**

Conférence Francophone: MOSIM'14, France  
 Conférences Internationales: Second european conference PHM society 2014, Nantes, France; IEEE-2015 ICRSE & PHM-Beijing, China; IEEE-ATC 2014, Vietnam  
 Soumission de papier en revue: Journal Européen des Systèmes Automatisés

**EXPÉRIMENTATION**

- Proposition et validation d'un modèle de pronostic de l'EE pour moteurs industriels
- Application des contributions au système d'enroulement de bande TELMA de l'AIPL

**TRAVAUX EN COURS**

- Développement d'un modèle de décision multicritères prenant en compte à la fois des indicateurs classiques, les indicateurs proposés (EEI, REEL) et leurs interactions, dans une vision Coût Global de Possession
- Études des comparaisons du modèle proposé et des modèles existant
- Rédaction d'un papier en revue pour le journal "Applied energy"

**TRAVAUX À VENIR**

- Application des contributions à une presse d'une ligne de fabrication de
- Soumission d'un deuxième en revue papier
- Rédaction du rapport de thèse

# Probabilistic Latency for Partial Ordering

Pascal Urso and Jordi Martori

pascal.urso@loria.fr, jordi.martori@inria.fr  
 Université de Lorraine – Inria

## Objectives

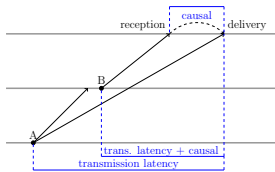
- Modelize impact of causality on latency.
- Use this knowledge to design and parametrize new algorithms.

## Partial Orders

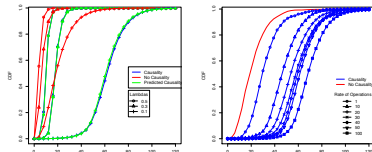
**FIFO Ordering**  $A \prec B$  iff  $A$  is generated before  $B$  on the same source

**Causal Ordering**  $A \prec B$  iff  $A$  is generated after receipt of  $B$

## Causal Delay



## Simulated Impact of Causality



- $\uparrow$  latency  $\Rightarrow \uparrow\uparrow$  causal latency
- $\uparrow$  rate of operations  $\Rightarrow \uparrow$  causal latency

## Predicting Message Reception

Causal latency for a given message :

$$P(C_k \leq t) = \prod_{i=1}^k \begin{cases} P(X_i \leq t + \delta_i) & \text{sender} \\ P(R_i \leq t + \delta_i) & \text{receiver} \end{cases}$$

If exponential distribution models the latency :

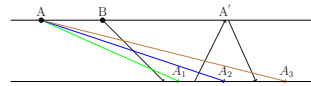
$$\begin{aligned} P(X \leq t) &= 1 - e^{-\lambda t} \\ P(R \leq t) &= 1 - 0.5 \cdot e^{-\lambda t} \end{aligned}$$

Generalization for an arbitrary message :

$$P(C \leq t) = \prod_{i=1}^{\lceil \frac{t(p) \cdot r}{r(n-1)} \rceil} P(X \leq t + \frac{i}{r}) \cdot \prod_{i=1}^{\lceil \frac{t(p) \cdot r \cdot (n-1)}{r(n-1)} \rceil} P(R \leq t + \frac{i}{r(n-1)})$$

## Reactive Error Recovery

Uses ordering information to detect faults and avoid systematic acknowledge (here FIFO).



Possible outcomes for  $A$  :

- $A_1$ : during waiting time (no effect)
- $A_2$ : false positive (cost in network usage)
- $A_3$ : fault (gain in latency)

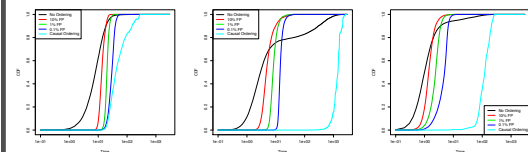
The probability for false positive is computed as :

$$\int_0^{\infty} \underbrace{\frac{n-1}{n}}_i \underbrace{\frac{3}{8} e^{-\lambda(x+t)}}_{ii} dx$$

- i) probability that  $A$  happened before  $B$
- ii) probability that  $A$  is received before  $A'$

## Evaluation and Results

- Results from a 5 replica simulation.
- Real latency values from LinkedIn & Yammer.<sup>1</sup>
- Mixed distribution (exponential and pareto).
- Several thousands operations were issued.



- The values indicate the percentage of operations that were visible by all nodes at each given time.
- Each line represents a configuration that corresponds to an expectation on false positives.

<sup>1</sup>P. Bailis et al. Probabilistically bounded staleness for practical partial quorums. *Proc. VLDB Endow.*, 5(8):776–787, April 2012.

## Conclusion

- The higher the rate of operations, the faster an error can be detected.
- The simulations show a visibility latency improvement.
- High gain on network usage (FP vs. ACK)
- Offers new insight to the behaviour of communications latency, predicting if the message has been received.

# Efficient dominant point detection based on discrete curve structure



Hayat Nasser  
LORIA, ADAGIO team, UMR 7503, Vandœuvre-lès-Nancy, 54506, France  
Email : hayat.nasser@loria.fr

Supervisors: I. Debled-Rennesson, P. Ngo



## Objective

Non heuristic algorithm to detect dominant point in discrete curve and polygonal simplification of discrete shapes

### Context and Basic Notions

#### Context

We focus on the detection of junctions between the different structures (arcs and segments) in the manual sketches. This junction points are rather dominant points.

Nguyen et. al [1] proposed a sequential method issued from theoretical results of discrete geometry. It relies on the geometrical structure of the studied curve, in particular the decomposition of the curve into maximal blurred segments (MBS) for a given width [2,3] then they detect the dominant points. This algorithm was based on a heuristic strategy.

- Dominant points play a critical role in curve approximation, image matching and computer vision...
- A modified algorithm with respect to [1] for detecting the dominant points is proposed.

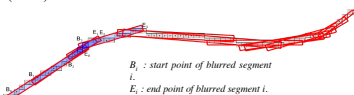
#### Notions

A **discrete line**,  $D(a,b,\mu,\omega)$ , is the set of integer points  $(x,y)$  that verify:  $\mu \leq ax + by < \mu + \omega$ . With  $(a,b,\mu,\omega)$  integer,  $\mu$  lower bound,  $\omega$  arithmetic thickness, main vector  $(b,a)$ ,  $\gcd(a,b)=1$ .

A **blurred segment of width  $v$**  is a set of integer points witch belong to a discrete line  $D(a,b,\mu,\omega)$  verifying

$$\frac{\omega-1}{\max(|a|,|b|)} \leq v$$

A **dominant point** on a discrete curve  $C$  is a point of which the curvature is locally maximal, and must be in the common zone of successive maximal blurred segments (MBS) of  $C$ .



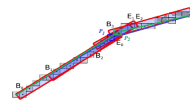
A sequence of width 1.4 maximal blurred segments of the curve (each red box bounds the pixels of a maximal blurred segment of width 1.4). The points with blue frame are points in the intersecting common zone.

### Modified Dominant Point Detection Algorithm

#### Strategy

In each smallest common zone of successive maximal blurred segments, a candidate as dominant point is detected as the **smaller angle point** in this zone.

- $P_1$  and  $P_2$  in the common zone.
- Angles  $B_1P_1E_1$  and  $B_2P_2E_2$  are calculated.
- $B_1P_1E_1 > B_2P_2E_2$ .
- $P_2$  is the dominant point.



#### Algorithm

```

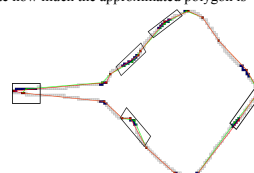
Algorithm : Dominant point detection.
Input : C discrete curve of n points,  $\nu$  width of the segmentation
Output: D set of dominant points
1 begin
2   Build  $MBS_{\nu} = \{MBS(B_i, E_i, \nu)\}_{i=0}^{m-1}$ ,  $\{slope_i\}_{i=0}^{m-1}$ ;
3    $n = |C|$ ;  $m = |MBS_{\nu}|$ ;
4    $q = 0$ ;  $p = 1$ ;  $D = \emptyset$ ;
5   while  $p < m$  do
6     while  $E_q > B_p$  do  $p++$ ;
7      $D = D \cup \min\{Angle(C_{B_q}, C_i, C_{E_{p-1}}) \mid i \in [B_{p-1}, E_q]\}$ ;
8      $q = p - 1$ ;
9 end
    
```

#### Evaluation criteria

- Number of dominant points **nDP**.
- Compression ratio **CR** =  $n/nDP$ ,  $n$  is the number of point on the curve.
- Integral sum of square errors **ISSE** =  $\sum_{i=1}^n d_i^2$ ,  $d_i$  distance from  $i^{th}$  curve point to approximating polygon. **ISSE** evaluate how much the approximated polygon is similar to the curve.
- Maximum error **L $\infty$**  =  $\max\{d_i\}_{i=1}^n$ .
- Figure of merit **FOM** =  $CR/ISSE$ .

Method	Old [1]	Modified
n	404	404
nDP	20	20
CR	20.2	20.2
ISSE	236.806	<b>150.314</b>
L $\infty$	3.536	<b>1.539</b>
FOM	0.0853	<b>0.1344</b>

Comparison with old method using significant measures.



Green (resp. Red) points are dominant points detected by old (resp. modified) algorithm. Lines in green (resp. red) denote the polygonal approximation from detected dominant points. Blue points are candidates of dominant points in the interest regions.

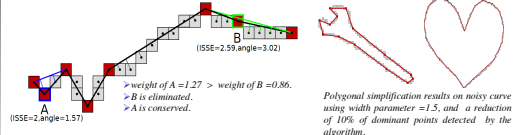
### Polygonal Simplification

#### Strategy

- Detected dominant points are sometimes **redundant** or stay **very near**.
- associate of a **weight** to each dominant point detected.
- keep points with the smallest associated weight.

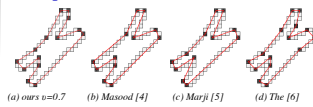
$$\text{weight} = ISSE/\text{angle}$$

Smaller ISSE means better descriptive of the curve by the polygon.



Polygonal simplification results on noisy curve using width parameter =1.5, and a reduction of 10% of dominant points detected by the algorithm.

#### Comparison with Other Methods



	a	b	c	d
nDP	14	12	12	15
CR	4.286	5	5	4
ISSE	<b>5.116</b>	7.76	8.03	7.2
L $\infty$	0.8	0.88	0.895	0.74
FOM	<b>0.838</b>	0.65	0.623	0.556

Results of the proposed method and of the other methods (n=50).

#### Conclusion and Future Work

- Improvement of a heuristic algorithm.
- Association of a weight to each detected dominant point.
- The smallest possible error is obtained.
- A multiscale approach will be investigated to automatically detect the more appropriate width for dominant point selection.

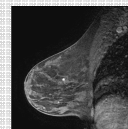
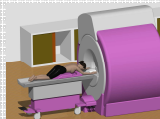
#### References

[1] Nguyen, T.P., Debled-Rennesson, I.: A discrete geometry approach for dominant point detection. Pattern Recognition 44(1), 32-44 (2011)  
 [2] Nguyen, T.P., Debled-Rennesson, I.: Curvature estimation in noisy curves. In: CAD-ENCS, vol. 4673, pp. 474-481 (2007)  
 [3] Faure, A., Buzer, L., Feschel, F.: Tangential cover for thick digital curves. Pattern Recognition 42(10), 2279-2287 (2009)  
 [4] Masood, A.: Dominant point detection by reverse polygonization of digital curves. Image Vision Comput. 26(5), 702-715 (2008)  
 [5] Marji, M., Szy, P.: A new algorithm for dominant points detection and polygonization of digital curves. Pattern Recognition 34(10), 2239-2251 (2003)  
 [6] Teh, C., Chin, R.: On the detection of dominant points on the digital curves. IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell. 2, 859-872

## CONTEXTE DE LA THESE

- ✓ Laboratoire IADI : Imagerie Adaptative, Diagnostique et Interventionnelle (INSERM U947)
- ✓ Domaine : Imagerie par Résonance Magnétique (IRM)
- ✓ Axe principal : Imagerie des organes en mouvement (capteurs, acquisition, reconstruction)
- ✓ Reconstruction d'images en mouvement : GRICS<sup>1</sup>
- ✓ Thématique de la thèse : IRM mammaire

Imageur par résonance magnétique



Vue sagittale sein injecté

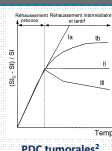
## Cancer du sein

- ✓ 1ère cause de cancer chez la femme
  - Antécédents personnels ou familiaux  
Mutations génétiques (BRCA1/2...)
  - ✓ Femmes à haut risque génétique :
- Cancer du sein +++**
- Dépistage annuel / recommandation IRM mammaire<sup>3</sup>**



## Protocole clinique d'IRM mammaire

- ✓ **Acquisition décubitus ventral**
  - ✓ Injection produit de contraste (PDC)
  - ✓ Suivi temporel PDC dans les tumeurs
  - ✓ Acquisition dynamique volume 3D de la poitrine
- Résolution temporelle (90 s) vs spatiale (< 1mm)**  
**Temps d'examen : 45 minutes (installation comprise)**



## SUJET DE RECHERCHE

- ✓ Adaptation de l'examen d'IRM mammaire pour la réalisation d'un dépistage des femmes à haut risque génétique
- 1. Examen en décubitus dorsal : gestion des mouvements respiratoires, antenne morphologique avec maintien de la poitrine intégré
- 2. Acquisitions rapides : augmentation résolution temporelle et/ou spatiale, durée adéquate pour un dépistage systématique
- 3. Développement d'objets tests pour valider les nouvelles méthodes et processus d'acquisitions

## 1 ACQUISITION VENTRALE VS DORSALE

- ✓ 1ère année de thèse
  - Tests sur 10 volontaires avec 2 antennes
  - Analyse du confort des volontaires
  - Analyse qualitative et quantitative des images

**Position dorsale préférée / Antenne cardiaque non adaptée / Acquisition un seul sein en position dorsale / Artéfacts de mouvements respiratoires**
- ✓ 2ème année de thèse
  - Développement protocole pour l'acquisition dorsale des 2 seins
  - Test avec l'antenne cardiaque sur 7 volontaires avec enregistrements des signaux physiologiques (respiration)
  - Essais de reconstruction GRICS<sup>1</sup> (**Reconstruction Généralisée par Inversion de Systèmes Couplés**) pour supprimer les artéfacts de mouvements
  - Réalisation de moulages de poitrine en plâtre pour fabrication de maintiens de poitrine (choix technique : plastique thermoformé utilisé en radiothérapie stéréotaxique)

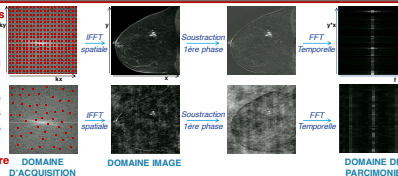
**Reconstruction GRICS**
- ✓ Perspectives pour la 3ème année
  - Evaluation des paramètres optimaux pour la reconstruction GRICS
  - Réalisation des maintiens pour la poitrine en plastique thermoformé
  - Acquisitions avec les nouveaux maintiens
  - Acquisitions avec des antennes mammaires dorsales dédiées si réception (collaboration externe + développement interne)



## Données totalement acquises

### PRÉREQUIS

1. **Compressed Sensing** : existence d'un domaine où l'image est parcimonieuse
2. Un sous-échantillonnage aléatoire conduit à des artéfacts incohérents dans l'image reconstruite



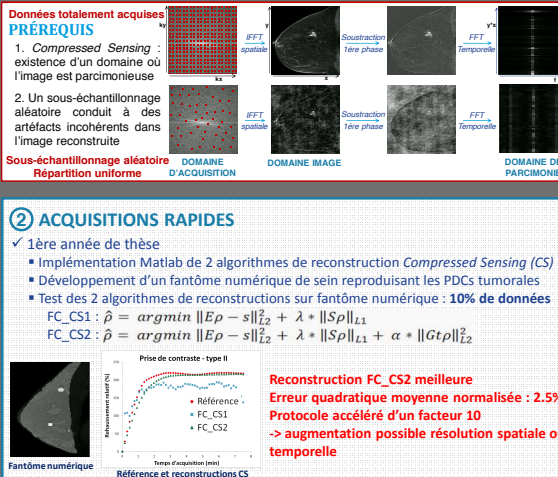
## 2 ACQUISITIONS RAPIDES

- ✓ 1ère année de thèse
  - Implémentation Matlab de 2 algorithmes de reconstruction **Compressed Sensing (CS)**
  - Développement d'un fantôme numérique de sein reproduisant les PDCs tumorales
  - Test des 2 algorithmes de reconstructions sur fantôme numérique : **10% de données**
$$FC\_CS1 : \hat{\rho} = \underset{\rho}{\operatorname{argmin}} \|E\rho - s\|_{L_2}^2 + \lambda * \|\rho\|_{L_1}$$

$$FC\_CS2 : \hat{\rho} = \underset{\rho}{\operatorname{argmin}} \|E\rho - s\|_{L_2}^2 + \lambda * \|\rho\|_{L_1} + \alpha * \|G\rho\|_{L_2}^2$$

**Reconstruction FC\_CS2 meilleure**  
**Erreur quadratique moyenne normalisée : 2.5%**  
**Protocole accéléré d'un facteur 10**  
**-> augmentation possible résolution spatiale ou temporelle**
- ✓ 2ème année de thèse
  - Test sur des images cliniques avec un sous-échantillonnage rétrospectif de 10%

**Résultats similaires à ceux sur fantôme numérique**  
**Conservation forme et hétérogénéité des tumeurs**
- ✓ Perspectives pour la 3ème année
  - Implémentation des algorithmes de reconstruction en C : accélération des reconstructions
  - Acquisitions réelles sur IRM sur des objets tests injectés reproduisant des PDC tumorales



## 3 DEVELOPPEMENT D'OBJETS TESTS

- ✓ Objets tests<sup>4</sup>
  - Simuler les prises de contrastes tumorales mammaires (Types I, II et III)
  - Utilisation facile et reproductible
- ✓ Travail en 2ème année de thèse
  - Encadrement en projet de M2 et d'un étudiant de médecine en Stage d'Initiation à la Recherche
  - Création et impression 3D des objets tests (diamètre sphère : 1 cm)
- Essai de protocole d'injection avec CuSO<sub>4</sub>, poussettes-seringues et injecteur automatique
- Avant injection** **Après injection** **Pousse-seringue** **Injecteur automatique**
- ✓ Perspectives pour la 3ème année
  - Finalisation protocole d'injection pour reproduire les prises de contraste tumorales
  - Création et validation d'un objet test de diamètre 0.5 mm
  - Utilisation de ces objets « injectés » pour valider les acquisitions rapides (voir ci-contre)

## Références

- [1] F. Odlie, *Magn. Reson. Med.*, 2008,
- [2] C. K. Kuhl, *Radiology*, 1999
- [3] D. Saslow, *CA. Cancer J. Clin.*, 2007
- [4] M. Lustig, *Magn. Reson. Med.* 2007
- [5] M. Freed, *Med. Phys.* 2012

## Remerciements





**1. Partie I : Value-at-Risk**

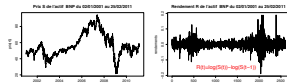
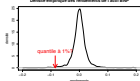


FIGURE 1: Prix de clôture et rendements journaliers de l'actif BNP Paribas sur 10 ans

- Prédiction des gains et des pertes.
- Recherche d'un modèle pour approcher au mieux le comportement des actifs bondiers.

Quelle loi suivent les rendements de l'actif?

- Estimation des paramètres du modèle à partir des données réelles et mesure de risque extrême.



Calcul du quantile à 1% et de l'indicateur de risque Value-at-Risk.

**2. Partie I : Modèle des lois puissances**

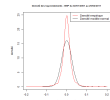


FIGURE 2: Comparaison de la densité empirique et la densité sous l'hypothèse du modèle Gaussien

Sous le modèle des lois puissances, la queue de la distribution des pertes (rendements négatifs) suit :

$$\mathbb{P}(R_t < -x) = C \cdot x^{-\alpha} \text{ pour } x > x_0$$

$\alpha$  et  $C$  sont obtenus par les estimateurs de Hill et de Weissman.

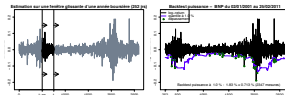
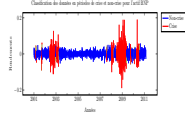


FIGURE 3: Estimation du quantile à 1% sur une fenêtre glissante et test de validation du modèle

**3. Partie I : Classification par le Modèle de Markov Caché (HMM)**

1. A chaque jour, on associe un état crise ou non-crise.
2. Les états représentent des réalisations d'une chaîne de Markov non-observable.
3. Le rendement de l'actif ne dépend que de l'état du jour.



Le modèle de Markov caché est entièrement caractérisé par :

- $\rho(x) = \mathbb{P}(X_0 = x), x \in \{c, n\}$ ,
- $Q(x, x') = \mathbb{P}(X_{t+1} = x' | X_t = x), x, x' \in \{c, n\}, \forall t \geq 0$ ,
- $\psi(x, y) = \mathbb{P}(R_t = y | X_t = x), x \in \{c, n\}, y \in \mathcal{Y}, \forall t \geq 0$ .

Procédure d'estimation des états crise et non-crise :

$R_{0:T} \xrightarrow{\text{Apprentissage}} M = (\rho, Q, \psi)$   
(Algorithme d'Expectation-Maximization : Baum-Welsh)

$R_{0:T} \& M = (\rho, Q, \psi) \xrightarrow{\text{Reconnaissance}} X_{0:T}$   
(Algorithme de programmation dynamique : Viterbi)

Les états accordés par l'algorithme de Viterbi sont donnés avec une certaine probabilité :

$$\delta : 0 : T \times \{c, n\} \rightarrow [0, 1]$$

$$(t, i) \mapsto \mathbb{P}(X_t = i)$$

**4. Partie I : Modèle de Regime-switching**

La queue de la distribution des pertes suit la loi :

$$\mathbb{P}(R_t < -x) = \mathbb{P}(R_t < -x | X_t = c) \mathbb{P}(X_t = c) + \mathbb{P}(R_t < -x | X_t = n) \mathbb{P}(X_t = n) \\ = C_c \cdot x^{-\alpha_c} \mathbb{P}(X_t = c) + C_n \cdot x^{-\alpha_n} \mathbb{P}(X_t = n)$$

pour  $x > x_0$ .

Procédure d'estimation du quantile à 1% à un instant  $t$  fixé :

- Classification des rendements en périodes de crise et non-crise :  $R_{0:t-1} \xrightarrow{\text{Apprentissage}} \mathbf{A}^{0:t-1} = (\beta^{0:t-1}, Q^{0:t-1}, \psi^{0:t-1}) \xrightarrow{\text{Reconnaissance}} X_{0:t-1}$ .
- Estimation des paramètres loi puissance  $(C_c, \alpha_c)$  à partir des 252 jours crise précédant l'instant  $t$ .
- Estimation des paramètres loi puissance  $(C_n, \alpha_n)$  à partir des 252 jours non-crise précédant l'instant  $t$ .
- Les probabilités d'être dans un état donné sont calculées par :

$$\mathbb{P}(X_t = c) = \mathbb{P}(X_{t-1} = c | X_{t-2} = c) \mathbb{P}(X_{t-1} = c) + \mathbb{P}(X_{t-1} = c | X_{t-2} = n) \mathbb{P}(X_{t-1} = n) \\ = Q^{0:t-1}(c, c) \delta^{0:t-1}(t-1, c) + Q^{0:t-1}(n, c) \delta^{0:t-1}(t-1, n)$$

- Le quantile à 1% est la solution de l'équation  $\mathbb{P}(R_t < -x) = 0.01$  calculée par la méthode de Newton-Raphson.

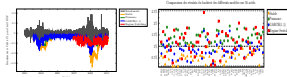


FIGURE 4: Comparaison des résultats du modèle des lois puissances et du modèle Regime-switching sur 56 actifs

**5. Partie II : Couverture des options sous contraintes**

- $(\Omega, \mathcal{F}, (\mathcal{F}_t)_{t \in [0, T]}, \mathbb{P})$  un espace de probabilité filtré avec  $\mathcal{F}_0 = \{\emptyset, \Omega\}$ .
- $(S_t)_{t \in [0, T]}$  une semi-martingale sous  $\mathbb{P}$  représentant le prix actualisé de l'actif.
- $\mathcal{P}$  l'ensemble des mesures de probabilité martingales équivalentes à  $\mathbb{P}$ .
- Hypothèse d'absence d'arbitrage :  $\mathcal{P} \neq \emptyset$ .
- Définition : une stratégie auto-financée est donnée par un capital initial  $V_0$  et un processus prévisible  $\xi$  tel que

$$V_t = V_0 + \int_0^t \xi_s dS_s, \quad t \in [0, T].$$

- Une stratégie est dite admissible si  $V_t \geq 0, \quad t \in [0, T]$ .
- Considérons un produit dérivé dont le payoff est donnée par une v.a.  $H \in L^1(\mathbb{P})$   $\mathcal{F}_T$ -mesurable et positive. On suppose

$$U_0 = \sup_{\mathbb{P} \in \mathcal{P}} \mathbb{E}^{\mathbb{P}}[H] < \infty.$$

**Problématique :** Quelle est la meilleure stratégie de couverture de ce produit dérivé avec un capital initial  $V_0 \leq U_0$ ?

Un choix possible (Föllmer & Leukert (2000)) : minimiser la perte moyenne :

$$\min_{V_0 \leq U_0} \mathbb{E} \left[ \mathbb{E}^{\mathbb{P}}[H - V_T] \right] \text{ s.c. } V_0 \leq \tilde{V}_0$$

**6. Partie II : Couverture des options sous contraintes**

- Problèmes équivalents

$$(*) \min_{V_0 \leq U_0} \mathbb{E}[H - V_T] \text{ s.c. } V_0 \leq \tilde{V}_0 \iff (**) \min_{\mathbb{P} \in \mathcal{P}} \mathbb{E}[1 - \varphi] H \text{ s.c. } \sup_{\mathbb{P} \in \mathcal{P}} \mathbb{E}[\varphi] H \leq \tilde{V}_0$$

avec  $\mathcal{R} = \{\varphi : \Omega \rightarrow [0, 1] : \varphi \in \mathcal{F}_t\}$ .

1. Supposons qu'on a  $\varphi$  une solution de (\*\*).

2. On considère le produit dérivé modifié  $\tilde{H}$  et la sur-couverture  $\tilde{U}_t = \exp(\int_0^t \varphi_s H_s dS_s)$ .

3.  $\tilde{U}_t$  est  $\mathbb{P}$ -martingale. Par le théorème de décomposition optionnelle (Föllmer & Karanev), il existe une stratégie admissible  $(\tilde{V}_0, \tilde{\xi})$  et un processus optionnel croissant  $\tilde{C}$  avec  $\tilde{C}_0 = 0$  tel que

$$\tilde{U}_t = \tilde{V}_t - \tilde{C}_t = \tilde{V}_0 + \int_0^t \tilde{\xi}_s dS_s - \tilde{C}_t.$$

4.  $(\tilde{V}_0, \tilde{\xi})$  est solution du problème (\*) et  $\tilde{\varphi}$  correspond au ratio des succès de cette stratégie

$$\tilde{\varphi} = \mathbf{1}_{\{\tilde{V}_t > 0\}} + \frac{\tilde{V}_t}{\tilde{U}_t} \mathbf{1}_{\{\tilde{V}_t = 0\}}$$

- Sous l'hypothèse du marché complet,  $\mathcal{P}$  se réduit à un singleton  $\{\mathbb{P}\}$  et une solution de (\*\*\*) est donnée par :

$$\tilde{\varphi} = \mathbf{1}_{\{\tilde{V}_0 > 0\}} + \gamma \mathbf{1}_{\{\tilde{V}_0 = 0\}}$$

avec

$$\tilde{a} = \inf \left\{ a \geq 0 : \int_{\{\tilde{V}_0 > 0\}} H d\mathbb{P}^{\tilde{V}_0} \leq \tilde{V}_0 \right\},$$

$$\gamma = \frac{\tilde{V}_0 - \int_{\{\tilde{V}_0 > 0\}} H d\mathbb{P}^{\tilde{V}_0}}{\int_{\{\tilde{V}_0 = 0\}} H d\mathbb{P}^{\tilde{V}_0}} \quad \left( \frac{0}{0} = 0 \right).$$

**Ce qu'on cherche à résoudre :** Minimiser la Value-at-Risk Conditionnelle (l'espérance des pertes qui est dépassée la Value-at-Risk) : un critère qui se focalise sur les pertes extrêmes.

$$\min_{V_0 \leq U_0} \text{CVaR}(H - V_T) \text{ s.c. } V_0 \leq \tilde{V}_0$$

tout en restant dans le cadre général du marché incomplet par la considération des dynamiques de prix d'actif  $S_t$  de type processus à sauts.  
Exemple :  $S_t = \exp(mt + \sigma W_t + \sum_{i=1}^n Y_i)$ , où  $W$  est un mouvement brownien,  $N$  est un processus de Poisson et  $(Y_i)_{i \geq 1}$  sont des v.a. i.i.d.

# Quality of Service Routing in Wireless Sensor Networks for ambient assisted living



E. TSIONTSIOU, B. ADDIS, Y.Q. SONG  
 evangelia.tsiontsiou@loria.fr  
 † Loria - University of Lorraine, Nancy, France



## Routing in WSNs

### Multi-constrained routing

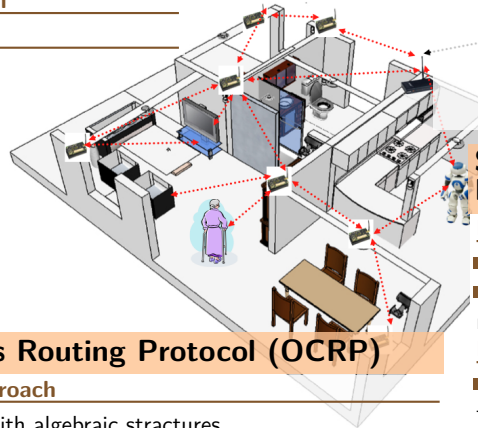
- Constraint energy nodes
- Requirements for high reliability
- Requirements for low delay, latency

### Lifetime

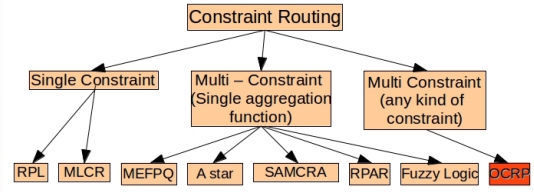
- Energy-efficient routing
- Lifetime guarantees
- Minimum battery replacement

### Health-care Application

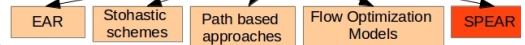
### Satelor Project



## State of the art



### Routing in terms of Lifetime



## Smart Probabilistic Energy Aware Routing Protocol (SPEAR)

### Motivation

- Lifetime guarantees for a given traffic pattern
- Complex optimization techniques in a server - sensor nodes with low processing power

### Basic idea

- Mathematical models to produce optimal probabilistic routing tables
- Offline computation
- Multi-Objective Optimization for well balanced flow
  - Minimize the maximum difference of residual energy between all nodes
  - Maximize the minimum residual energy

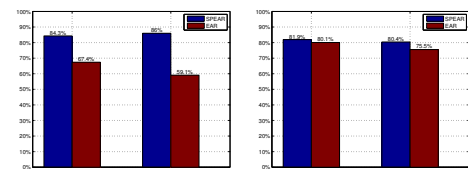
### Optimal probabilities

$f_{i,j}^{k,*}$  is an optimal solution. Each entry of the probabilistic routing table  $P$

$$P_{ij} = \begin{cases} \frac{\sum_{k \in N_s} f_{i,j}^{k,*}}{\sum_{l: (i,l) \in A} \sum_{k \in N_s} f_{i,l}^{k,*}} & \text{if } (i,j) \in A \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

### Evaluation

#### Network Lifetime



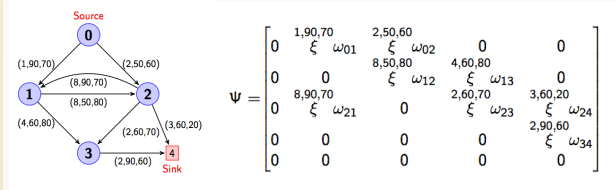
### References

- E. Tsiontsiou, B. Addis, Y.Q. Song, A. Ceselli: Smart Probabilistic Energy-Aware Routing for Wireless Sensor Networks (submitted in DRCN 2016).
- J. Slimane, R. Schott, Y. Q. Song, G. S. Staples, E. Tsiontsiou: Operator Calculus Algorithms for Multi-Constrained Paths, International Journal of Mathematics and Computer Science, 2015.
- B. Nefzi, R. Schott, Y. Q. Song, G. S. Staples, E. Tsiontsiou: An Operator Calculus Approach for Multi-constrained Routing in Wireless Sensor Networks, MobiHoc 2015.

## Operator Calculus Routing Protocol (OCRP)

### Operator Calculus Approach

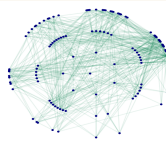
- Association of graphs with algebraic structures
- Nilpotent Adjacency matrix
- Constraints algebra
- Additive, multiplicative, min-max constraints
- Complexity:  $\mathcal{O}(n \cdot \#\{\mathbf{p} \in \mathcal{F}_{v_0} : |\mathbf{p}| \leq k-1\})$



### OC VS SAMCRA

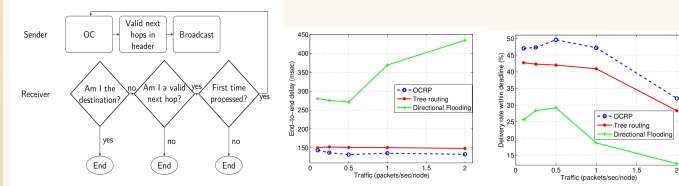
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>
SAMCRA	5262.9	5262.4	5398.3	5449.5	5438.0
OC	278.9	177.6	51.6	44.9	44.6

Table: Execution time in msec of 100 (centralized) random requests over a 128-node graph



### OCRP

- Neighbor discovery and maintenance
- Delay estimation
- Data broadcast protocol



## ANNEXE 2 – Liste des participants

**LISTE DES PARTICIPANTS AU FORUM FCH-ENTREPRISES**  
21/01/16

<b>Nom</b>	<b>Prénom</b>	<b>Institution</b>	<b>Email</b>
ALEXANDRE	Pascal	Saint-Gobain PAM	Pascal.Alexandre@saint-gobain.com
ALEKSANDROVA	Marharyta	Doctorant	marharyta.aleksandrova@loria.fr
ALLIOTTE	Thierry	IHS Project	t.alliotte@ihoproject.com
ALTMAYER	Sophie	Pôle HYDREOS	sophie.altmeyer@hydreos.fr
ANDRIEU	Pierre	NETLOOKS	pierre.andrieu@netlooks.fr
ANTOINE	Xavier	IECL	xavier.antoine@univ-lorraine.fr
ARCE	Evelyne	Pedon Environnement et milieux aquatiques	evelyne.arce@pedon-environnement.com
AUBRY	Alexis	CRAN	alexis.aubry@univ-lorraine.fr
AZZI	Julien	CHU	j.azzi@chu-nancy.fr
BACK	Aurore	Ecole des Mines	aurore.back@univ-lorraine.fr
BAJIC	Eddy	CRAN	eddy.bajic@univ-lorraine.fr
BARBIER	Florent	PREDICT	florent.barbier@predict.fr
BASTOGNE	Thierry	CRAN/Cybernano/BIGS	thierry.bastogne@univ-lorraine.fr
BEATRIX	Alexis	Société The WiW	alexis.beatrix@thewiw.com
BELLET	Jean-Baptiste	IECL	jean-baptiste.bellet@univ-lorraine.fr
BELMERNHIA	Leila	Doctorant	belmerhialeila@ymail.com
BEN ABDALLAH	Meriem	Doctorant	meriem.benabdallah87@gmail.com
BENHAJJI	Noura	Doctorant	noura.benhajji@gmail.com
BERTRAND	Loic	Doctorant	loic.bertrand@ymail.com
BOULLEE	Stéphanie	SAILOR	stephanie.boullee@univ-lorraine.fr
BOURJILAT	Ayoub	Doctorant	ayoub.bourjilat@gmail.com
BOURLIER	Julien	Pôles Fibres-Energivie	julien.bourlier@fibres-energivie.eu
BRESCIANI	Julie	CESI	jbresciani@cesi.fr
BRIAT	Sylvain	VIGIMEDIS	s.briat@vigimedis.com
BRINZEI	Nicolae	CRAN	nicolae.brinzei@univ-lorraine.fr
BRIQUEL	Rémi	Ingénieur Conseil	rbriquel@orange.fr
BROSSARD	Sébastien	ENDRESS+HAUSER	sebastien.brossard@fr.endress.com
CALVO	Méghan	SEPAREX	separex@separex.fr
CHARPENTIER	Patrick	CRAN	Patrick.Charpentier@univ-lorraine.fr
CHEVRIER	Vincent	LORIA	vincent.chevrier@loria.fr
CIARLETTA	Laurent	Loria	laurent.ciarletta@loria.fr
CINI	Guillaume	CINI SA	guillaume.cini@gmail.com
CINI	Jérôme	CINI SA	j.cini@cini.fr
COCHARD	Thomas	Doctorant	thomas.cochard.1@gmail.com
CONTASSOT-VIVIER	Sylvain	LORIA	sylvain.contassotvivier@loria.fr
CRAUS	Denis	EHPAD Saint Joseph	geronto.saintnicolas@wanadoo.fr
DAD	Chérifa	Doctorante	cherifa.dad@centralesupelec.fr
DANTAN	Jean-Yves	ENSAM	jean-yves.dantan@ensam.eu
DAUL	Christian	CRAN	christian.daul@univ-lorraine.fr
DAUNOIS	Thierry	Direction des Partenariats	thierry.daunois@univ-lorraine.fr
DELLENIAUT	Caroline	Cabinet Bleger Rhein Poupon	c.delleniaut@bleger-rhein.com
DEVIGNES	Marie-Dominique	LORIA	marie-dominique.devignes@loria.fr
DEVILLARD	François	CRAN	francois.devillard@univ-lorraine.fr
DIDELOT	Anne-Sophie	ALERION	annesophie.didelot@alerion.fr
DIEZ	Laetitia	CRAN	laetitia.diez@univ-lorraine.fr
DRAVIE	Brandon	Doctorant	brandon.dravie@univ-lorraine.fr
FABACHER	Florian	SUEZ Eau France	florian.fabacher@lyonnaise-des-eaux.fr
FARAZ	Khuram	Doctorant	khuramfaraz@hotmail.com
FEJOZ	Loic	RTaW	loic.fejoz@realtimeatwork.com
FERNANDEZ-PEREZ	Inaki	Doctorant	cyberinakito@hotmail.com
FIAT	Laurent	VIGIMEDIS	l.fiat@vigimedis.com
FOLMER	Alexandre	Pôle HYDREOS	alexandre.folmer@hydreos.fr
FORRISI	Ivano	GREEN	ivano.forrisi@univ-lorraine.fr
FOUCAUT	Jean-Baptiste	CRITT Bois	jean-baptiste.foucaut@cribois.net
GARLAND	Tony	Centre de Ressources Régional	t.garland@cdrregional.org
GEGOUT-PETIT	Anne	IECL	anne.gegout-petit@univ-lorraine.fr
GEHIN	Caroline	ESSTIN	caroline.gehin@univ-lorraine.fr
GODON	Benoit	Pôles Fibres-Energivie	benoit.godon@fibres-energivie.eu
GOUYON	David	CRAN	david.gouyon@univ-lorraine.fr
GUENARD	Adrien	INRIA	adrien.guenard@inria.fr
HEIT	Bernard	CRAN	bernard.heit@univ-lorraine.fr
HELFTER	Marc	HAGER	helfterm@hager.fr
HENAFF	Patrick	LORIA	patrick.henaff@loria.fr
HENRY	Benoit	Doctorant	benoit.henry@univ-lorraine.fr
HOANG	Anh	Doctorant	anh.hoang.hust@gmail.com
HOLLE	Mickaël	Imag-Ing	m.holle@imag-ing.com
HUMBERT	Didier	SATT Grand Est	Didier.Humbert@univ-lorraine.fr
JUNGERS	Marc	CRAN	marc.jungers@univ-lorraine.fr
JUPPIN	Christophe	CCI Haute Marne	c.juppin@haute-marne.cci.fr

KALMAR	Rémy	BFG Environnemental Technologies	remykalmar@yahoo.fr
KOUDOU	Efoevi	IECL	efoevi.koudou@univ-lorraine.fr
LAGADIC	Aurélien	SEPAREX	alagadic@separex.fr
LAHMADI	Abdelkader	LORIA	abdelkader.lahmadi@loria.fr
LAMY	Pascal	INRS-Département IET	pascal.lamy@inrs.fr
LAURAIN	Vincent	CRAN	vincent.laurain@univ-lorraine.fr
LEPAGE	Francis	CRAN	francis.lepage@univ-lorraine.fr
LEVRAT	Eric	CRAN	eric.levrat@univ-lorraine.fr
MADAULE	Eric	IJL-Equipe 107	eric.madaule@univ-lorraine.fr
MAQUIN	Didier	CRAN	didier.maquin@univ-lorraine.fr
MARCHAND	Benoit	CEA Tech	Benoit.MARCHAND@cea.fr
MARION	Jean-Yves	Loria	Jean-Yves.Marion@loria.fr
MARTORI	Jordi	Doctorant	jordi.martori@inria.fr
MEFIRE	Séraphin	IECL	seraphin.mefire@univ-lorraine.fr
MERY	Dominique	LORIA	dominique.mery@loria.fr
MERY	Marine	Centre de Ressources Régional	m.mery@cdrregional.org
MEZIERES	Sophie	IECL	sophie.mezieres@univ-lorraine.fr
MILLERIOUX	Gilles	CRAN	gilles.millerieux@univ-lorraine.fr
MOLIE	David	StanSea	stansea@gmx.fr
MONNEZ	Jean-Marie	IECL	jean-marie.monnez@univ-lorraine.fr
MONNIER	Baptiste		
MORETTINI	Arnaud	EHPAD Le Parc	medecin.ehpad.leparc@gmail.com
MOUREAUX	Jean-Marie	CRAN	jean-marie.moureaux@univ-lorraine.fr
NAPOLI	Amedeo	LORIA	amedeo.napoli@loria.fr
NASSER	Hayat	Doctorant	hayat.nasser.89@hotmail.com
NGATCHOU WANDJI	Joseph	IECL	joseph.ngatchou-wandji@univ-lorraine.fr
PETIT	Dorine	CRAN	dorine.petit@univ-lorraine.fr
PIERRAT	Philippe		philippe.pierrat@univ-lorraine.fr
PINCON	Bruno	IECL	bruno.pincon@univ-lorraine.fr
POUJOL	Julie	Doctorant	juliepoujol26@gmail.com
POURE	Philippe	IJL-Euipé 406 (MAE)	philippe.poure@univ-lorraine.fr
PRADEAU	Paul	BFG Environnemental Technologies	paul.pradeau@bfgenvirotech.com
PRIEUR	Gérard	ESSTIN	gerard.prieur@univ-lorraine.fr
PRUDHOMME	Christophe	AMIES	christophe.prudhomme@agence-maths-entreprises.fr
QUEUDOT	Vincent	Direction des Partenariats	vincent.queudot@univ-lorraine.fr
RICHARD	Alain	Pôle AM21	alain.richard@univ-lorraine.fr
ROCHE	Jean-Rodolphe	IECL	roche6@univ-lorraine.fr
ROUX-MARCHAND	Thibaut	CESI	trouxmarchand@cesi.fr
RUSINOWITCH	Michaël	Loria	michael.rusinowitch@inria.fr
SALHI	Khaled	Doctorant	khaled.salhi.ept@gmail.com
SANNIER	Clément	Stagiaire Pôle HYDREOS	clement.sannier@hydreos.fr
SEGHIR	Sakhina	Pôle MATERIALIA	sakina.seghir@materiaia.fr
SIDOT	Thierry	Centre de Ressources Régional	t.sidot@cdrregional.org
SIEVERS	Madeleine	Centre de Ressources Régional	m.sievers@cdrregional.org
SONG	Ye-Qiong	LORIA	ye-qiong.song@loria.fr
SOUSSEN	Charles	CRAN	charles.soussen@univ-lorraine.fr
STAUDER	François	Cabinet Bleger Rhein Poupon	f.stauder@bleger-rhein.com
THEILLIOL	Didier	CRAN	didier.theilliol@univ-lorraine.fr
THOMAS	André	CRAN	andre.thomas@univ-lorraine.fr
THOMAS	Philippe	CRAN	philippe.thomas@univ-lorraine.fr
THOMESSE	Jean-Pierre	Professeur émérite	jean-pierre.thomesse@orange.fr
TIG	Mohamed	LORIA	Mohamed.tlig@inria.fr
TSIONTSIOU	Evangelia	Doctorant	evangelia.tsiontsiou@loria.fr
VALLOIS	Pierre	IECL	pierre.vallois@univ-lorraine.fr
VINCENT	Yvon	TEA	yvon.vincent@Semco-groupe.fr
VOIRIN	Jean	COLAS EST	jean.voirin@colas-est.com
VOISIN	Alexandre	CRAN	alexandre.voisin@univ-lorraine.fr
WARNET	Nicolas	Télécom Nancy	nicolas.warnet@gmail.com
WEIBEL	Philippe	Imag-Ing	p.weibel@imag-ing.com