

# RAPPORT D'ACTIVITE

Juillet 2007

## « Modélisation et Simulation informatique appliquée aux feux de forêts »

Equipe « Conception de Systèmes Complexes » - UMR 6134  
Université de Corse – BP 52 – Campus Grossetti – 20250 Corte

### - 1 - EQUIPE INFORMATIQUE

ENSEIGNANTS CHERCHEURS	DOCTORANTS
Emmanuelle de GENTILI	Paul Antoine BISGAMBIGLIA
Jean François SANTUCCI Pr.	Thierry Antoine SANTONI
Evelyne VITTORI	Beatrice DRAZENOVIC
Bernadette COSTA	Stéphane GARREDU
Paul Antoine BISGAMBIGLIA Pr.	

### - 2 - LES AXES DE RECHERCHE

L'état d'avancement de nos travaux sur la modélisation et la simulation appliquée aux feux de forêts se compose de quatre aspects :

- la modélisation floue basée sur le formalisme DEVS,
- la simulation d'un réseau de capteur autonome,
- la simulation d'éléments composites,
- la définition d'un langage de spécifications.

#### ***Action « FLOUE »***

Nous avons développé une approche floue en définissant un module intégré à l'environnement DEVS développé par BP Zeigler. Ce module doit être capable de prendre en compte et de simuler des paramètres incertains. Il permettra dans le projet feux de forêts d'effectuer à partir de nos modèles objets des simulations d'un déclenchement d'incendie ou la propagation d'un feu en prenant en compte des variables dont la valeur ou le temps d'occurrence peut varier dans le temps.

Nous avons également approfondi les notions de modèle dynamique développée par F. Barros et N. Giambiasi, qui permet de décrire des comportements évolutifs soit par une modélisation à l'aide d'un modèle exécutif permettant de décrire le comportement de transformation et de générer automatique le simulateur de tels modèles soit par une approche de simulation spécifique au caractère dynamique

La modélisation de systèmes naturels engendre le traitement et l'analyse d'informations et de variables pour lesquelles les valeurs sont souvent imprécises, incertaines, vagues, mal définies, etc. L'approche classique consiste à approximer les valeurs des variables incertaines, ce qui peut engendrer lors de la simulation des résultats erronés. Nous proposons d'intégrer dans le formalisme DEVS des outils, issus de la théorie de l'incertain, permettant la représentation, la manipulation et le traitement de données floues. On regroupe, sous l'appellation « théorie de l'incertain », la logique floue et la théorie des sous ensembles flous introduites par le Pr. L.A. Zadeh, la modélisation floue, l'arithmétique floue, la méthode des fronts introduite par le Pr. D. Dubois, etc.

L'architecture générale du logiciel est définie à partir de l'analyse de cas d'utilisation issus de domaines d'application très variés. Nous avons choisi de valider l'intégration des concepts du traitement de l'incertain dans l'environnement DEVS à partir de l'étude de la propagation des feux de forêt.

#### ***Action « CAPTEURS »***

Nos travaux portent sur la modélisation d'un réseau de capteurs autonomes pour l'étude de la propagation de feux de forêts et de la détection d'incendie.

Au niveau des réseaux de capteurs autonomes nous continuons à améliorer nos modèles et notamment à implémenter un autre protocole de routage dans le but d'optimiser la communication pour prévenir les incendies. En parallèle des tests terrains ont été réalisés

pour observer le comportement de ces capteurs dans un réel feu de forêts afin d'observer leur comportement et leur résistance à la chaleur, grâce notamment à une petite chaussette de protection. Cela nous permettra aussi de mettre en évidence les perturbations de communication rencontrées lors de ces phénomènes. Ces données terrain sont très importantes pour une comparaison avec nos modèles. Les résultats obtenus ont été très encourageants et nous donnent des éléments de compréhension et d'analyse.

Nos travaux portent sur la simulation des protocoles de communication afin d'établir les scénarii possibles de basculement des éléments actifs en fonction de l'ampleur de la propagation et les connexions devant s'opérer pour maintenir la communication avec la station d'acquisition. Nous devons tenir compte de la gestion de l'énergie et du traitement des informations collectées, pour garder le plus longtemps possible une cohérence et des informations afin de diagnostiquer ou éviter les départs de feux.

### ***Action « COMPOSANTS »***

#### **Développement d'un matériau composite céramique pour la protection anti foudre.**

Dans le cadre de cette étude nous nous intéressons à l'élaboration d'un nouveau matériau composite pouvant être utilisé pour la protection des lignes EDF en cas d'orages.

Les parafoudres actuellement les plus performants sont à base de ZnO dont les joints de grains en déterminent les caractéristiques. Ces éléments ne donnent pas entière satisfaction notamment pour les lignes THT (résistance aux intempéries).

En comparaison, la nouvelle céramique que nous proposons d'élaborer, robuste, à la microstructure spécifique, est un composite dont le mélange des phases permet des performances accrues à tous niveaux.

La nouvelle céramique que nous proposons dans le cadre de la thèse de Béatrice DRAZENOVIC n'utilise plus uniquement les propriétés des joints de grains, c'est la microstructure dans sa globalité qui en régit les performances, qui, de fait, gagnent en modularité puisque le nombre de degrés de libertés de la problématique est plus élevé.

L'intérêt consiste à éviter les « amorçages » des lignes à haute tension qui provoquent en général des départs de feux.

### ***Action « SPECIFICATION »***

#### **Définition d'un langage de spécification de modèles à événements discrets**

Cette nouvelle action a démarré en septembre 2006, elle vise à concevoir un langage de spécifications permettant à des non-informaticiens de générer et de simuler des modèles à événements discrets. Son objectif est la conception détaillée et l'implémentation d'un langage de spécification de modèles DEVS. Le premier domaine d'application choisi est la simulation de feux de forêts.

Le travail consiste à mettre en place une approche pour la définition du langage. Il a comporté deux niveaux d'étude : la spécification des besoins relatifs au langage et la définition d'une approche de conception/développement.

Une démarche basée sur l'élaboration d'une architecture MDA (« Model Driven Architecture ») a été définie. Cette approche consiste à définir les métamodèles du formalisme DEVS et de notre langage de spécification. Des règles de transformation de modèles devront ensuite être spécifiées en s'appuyant sur ces métamodèles. Les modèles DEVS et leurs versions opérationnelles associées à un environnement de simulation pourront ainsi être successivement générés à partir des spécifications initiales.

### **- 3 - RESULTATS REMARQUABLES**

- a) Elaboration de la 1<sup>ère</sup> version du logiciel de modélisation de systèmes flous
- b) Validation et test sur les capteurs pour la prévention et la lutte de feux de forêts

c) Renforcement des partenariats locaux avec les opérationnels (collaborations SDIS 2B, Forestiers-Sapeurs et pompiers)

Nous collaborons depuis janvier 2007 avec le SDIS 2B sur un projet concret de prévention, prédiction et lutte contre les incendies.

Le contexte opérationnel départemental (forte pression incendiaire, autre grand feu en cours ou récent) peut jouer un rôle important dans le basculement petit feu/grand feu, lorsque le dispositif d'intervention se trouve ébranlé voire déstabilisé, et ce, d'autant plus facilement que le potentiel des moyens de lutte est restreint

d) Mise en œuvre d'une collaboration nationale pour l'élaboration d'un Environnement logiciel de modélisation et de simulation de systèmes dynamiques complexes spatialisés : Application aux feux de forêts.

Cette collaboration a permis le dépôt d'un projet thématique auprès de l'ANR sous le nom d'EMOSIM.

Porteur du projet : E. De Gentili, équipe Modélisation et Simulation de Systèmes, Université de Corse

Partenaires :

SPE (Systèmes Physiques de l'Environnement), UMR CNRS 6134, Université de Corse  
LINA (Laboratoire d'Informatique de Nantes Atlantique), FRE 2729, Université de Nantes.

LIRIS (Laboratoire d'Informatique en Images et Systèmes d'Information), UMR CNRS 5205, Université de Lyon II.

LSIS (Laboratoire des Sciences de l'Information et des Systèmes) UMR CNRS 6168, Université d'Aix-Marseille III.

AROBASE, Entreprise d'Informatique, Corte.

e) Beatrice DRAZENOVIC (action « composant ») est lauréate du concours national d'aide à la création d'entreprise, catégorie émergence 2007

Les publications dans le domaine sont prêtes mais en attente d'obtention du brevet pour des raisons de confidentialité, elle entre dans l'incubateur I2TC et dans l'incubateur CREALYS.

#### - 4 – CONCLUSION ET PERSPECTIVES

a) Pour la dernière année de l'APR N°2, nous nous concentrerons sur l'action « capteur »  
Nous souhaitons donc montrer l'utilité des réseaux de capteurs sans fils:

- **pour la prévision des feux de forêts**, c'est à dire la possible cartographie de zones à risques réunissant des conditions favorables à l'éclosion d'un feu (haute température et faible humidité) grâce à une lecture instantanée de données (utilisation de la suite logicielle Crossbow),
- **pour la détection des feux**, c'est à dire la montée brutale de la température la réponse est oui mais cela reste à confirmer avec les expériences feu,
- **pour la lutte contre le feu de forêts**, cela est plus aléatoire et suscite une nécessaire réflexion. En effet, le déploiement et la structure même du réseau nécessite une analyse stratégique avant utilisation.

b) Pour l'action « floue », nous souhaitons valider le logiciel de modélisation réalisé dans le cadre d'une collaboration avec l'Université de Savoie.

c) Pour l'action « composant », nous souhaitons accompagner Beatrice DRAZENOVIC dans sa dernière année de thèse devant conduire à la création d'une entreprise en Corse.

d) A plus long terme nous travaillons sur la mise en place d'une collaboration avec le CEA et le Centre National Spatial Danois pour la mise en place de caméras de surveillance et de détection de feux de forêts.

# ANNEXES

## PUBLICATIONS

### CONFERENCES INTERNATIONALES AVEC COMITE DE LECTURE

#### 2007

- [1] T.A. SANTONI, J.F. SANTUCCI, E. de GENTILI, B. COSTA, "Modelling & Simulation oriented components of Wireless Sensor Network using DEVS formalism", In Proceedings of DEVS Integrative M&S Symposium (DEVS'07), March 25 - 29, 2007 Norfolk, VA USA.
- [2] P. A. BISGAMBIGLIA, L. CAPOCCHI, E. de GENTILI, P.A. BISGAMBIGLIA, "Simulation and Planning in High Autonomy Systems (AIS) & Conceptual Modeling and Simulation (CMS) 2007 "Manipulation of incomplete or fuzzy data for DEVS-based system "
- [3] S. GARREDU, P. A. BISGAMBIGLIA, E. VITTORI, J.F. SANTUCCI, "Simulation and Planning in High Autonomy Systems (AIS) & Conceptual Modeling and Simulation (CMS) 2007 "Towards the definition of an intuitive specification language" - S. Garredu, P.-A. Bisgambiglia, E. Vittori and J.F. Santucci
- [4] P. A. BISGAMBIGLIA, L. CAPOCCHI, E. de GENTILI, P.A. BISGAMBIGLIA, "Manipulation of incomplete or fuzzy data for DEVS-based Systems International Modeling and Simulation", In Proceedings of IMSM07 Multiconference, 8-10 février 2007, Buenos Aires, Argentine.
- [5] T.A. SANTONI, J.F. SANTUCCI, E. de GENTILI, B. COSTA "Discrete event simulation of a routing protocol in Wireless Sensor Network" in Proceedings of MSV 2007, part of Worlcomp 07 , June 2007, Las Vegas, USA.

#### 2006

- [6] P. A. BISGAMBIGLIA, E. de GENTILI, J.F. SANTUCCI, P.A. BISGAMBIGLIA, "DEVS-Flou : a Discrete Events and Fuzzy Sets Theory-Based Modeling Environment", In Proceedings of ISSCAA 2006 IEEE 1st International Symposium on Systems and Control in Aerospace and Astronautics, 19-21/01/2006 Harbin, CHINA
- [7] P. A. BISGAMBIGLIA, E. de GENTILI, J.F. SANTUCCI, P.A. BISGAMBIGLIA, "Modeling and Simulation Formation of Complex Systems at Fuzzy parameters based on discrete events modelling and the fuzzy logic", In Proceedings of SUMMERSIM'06 SCS, 31/07-02/08 2006 Calgary, CANADA
- [8] P. A. BISGAMBIGLIA, E. de GENTILI, J.B. FILIPPI, P.A. BISGAMBIGLIA "Conference on Modeling and simulation - Methodologie, Tools, Applications SCSC06
- [9] TA SANTONI, JF SANTUCCI, E de GENTILI, B COSTA "Using wireless sensor network for wildfire detection. A discrete event approach on environmental monitoring tool", ISEIM2006 IEEE, Juillet 2006, Ajaccio Corte, France
- [10] P. A. BISGAMBIGLIA, JB FILIPPI. E DE GENTILI, "A fuzzy approach of Modelling Evolutionary Interfaces Systems", ISEIM 06 IEEE, 10-13/07/2006, Ajaccio, Corte, France
- [11] P. A. BISGAMBIGLIA, E. DE GENTILI, J.F. SANTUCCI, P.A. BISGAMBIGLIA, "Modeling and Simulation Formation of Complex Systems at Fuzzy parameters based on discrete events modelling and the fuzzy logic", SUMMERSIM'06, SCS31/07-02/08 2006 Calgary, CANADA
- [12] S. GARREDU, E. VITTORI, J.F. SANTUCCI, A. MUZY. "Specification languages as front-end towards DEVS formalism". Proceedings of the First International Symposium on Environment Identities and Mediterranean Area (IEEE ISEIM06), Corte-Ajaccio, France, July 2006, to be edited.

### SOUTENANCE DE THESES PREVUES

- Thierry Antoine SANTONI novembre 2007 action « CAPTEUR »
- Beatrice DRAZENOVIC novembre 2007 action « COMPOSANT »
- Paul Antoine BISGAMBIGLIA fin 2008 Action « FLOUE »
- Stephane GARREDU fin 2009 action « SPECIFICATION »