

Résolution numérique d'équations aux dérivées partielles en MGS

Jean-Louis GIAVITTO, Olivier MICHEL

LaMI¹, Équipe SPÉCIF, UMR 8042 CNRS, Université d'Évry val d'Essonne, GENOPOLE
Tour Évry-2, 523 Place des terrasses de l'agora, 91000 Évry Cedex

2 décembre 2003

Nombre d'étudiants : 1, ou 1 binôme

Mots-clés : analyse numérique, champ de données, GBF, graphe, langage de règles.

Public visé : DEA Informatique, stage Polytechnique, stage IIE, stage ENS.

Contexte de l'étude

Le projet MGS développe un langage de programmation original dédié à la modélisation et la simulation de processus biologiques à structure dynamique. Pour ce faire, MGS permet la représentation d'organisations complexes entre des entités variables et hétérogènes, ainsi que leur transformation par des règles locales. Ces travaux trouvent leurs inspirations dans les travaux de J. Von Neuman sur les automates cellulaires, A. Lindenmayer sur les L systèmes, G. Paun sur les P systèmes, G. Berry *et al.* sur la CHAM et la réécriture de multi-ensembles.

La structure de données fondamentale en MGS est la *collection topologique*. Une collection topologique est un ensemble d'éléments organisés par une relation de voisinage. Une *transformation* permet de spécifier de nouvelles fonctions sur les collections par des cas filtrant des *sous-collections*. Ces notions permettent d'unifier dans le même cadre formel les différents modèles de calculs cités plus haut. Pour chacun des modèles il suffit de choisir le bon voisinage pour la collection utilisée. Un point remarquable est l'existence d'un langage de filtres, utilisé pour écrire les règles d'une transformation, qui est commun à tous les types de collection. Ce langage de filtres se fonde sur la notion de voisinage et de chemin.

Sujet du stage

Ce stage débutera par le codage de plusieurs problèmes simples et classiques en résolution numérique des équations aux dérivées partielles² (un problème de diffusion de la chaleur, d'équation des ondes... pour des conditions initiales ou des conditions aux frontières connues, sur un domaine simple et par une méthode aux différences finies). L'objectif est de montrer comment ce type d'algorithme s'exprime dans un langage déclaratif et à l'aide de règles, et quels sont les avantages et les inconvénients que l'on peut en attendre. L'expressivité est ici un critère bien plus important que l'efficacité ou la méthode numérique choisie. On évaluera en particulier la différence de style de programmation entre les méthodes de résolution explicites et les méthodes implicites.

Dans un second temps, on développera un exemple pris parmi les précédents sur une des grilles non-standard permises par la notion de GBF (les GBF étendent la notion de tableau en indexant les éléments non par un point de \mathbb{Z}^n mais par un élément d'un groupe ; par exemple cela permet de définir simplement un pavage hexagonal).

Un troisième exemple sera de développer ou d'intégrer un solveur permettant de résoudre des systèmes masses-ressorts dans des structures mécaniques définies par un graphe.

Enfin, si la durée du stage le permet, on s'intéressera à définir et implémenter une librairie permettant de définir les opérateurs différentiels classique (laplacien, gradient, etc.) sur plusieurs des structures topologiques offertes par MGS. On s'intéressera en particulier aux approches fondés sur la "physique discrète" et les travaux de E. Tonti³ et V. Shapiro⁴.

¹ *Contacts* : par courrier électronique : {giavitto, michel}@ReMoVeMeFIRST.lami.univ-evry.fr. Des informations supplémentaires sont disponibles à partir de la page : <http://mgs.lami.univ-evry.fr>

² Voir par exemple : <http://www.library.cornell.edu/nr/bookcpdf.html>

³ <http://discretphysics.dic.units.it/>

⁴ <http://sal-cnc.me.wisc.edu/>