MINEURE 'CALCUL PARALLÈLE'
Travaux Dirigés - Projet de programmation
Campagne sismique synthétique
TD 4 et 5

17 février 1999

Les TD 2 et 3 ont permis la réalisation du squelette du code parallèle de la propagation des ondes. En particulier, on doit disposer d'un code permettant:

- Lecture du fichier de données
- Démarrage des taches et initialisation
- Affichage par le maitre d'une grille envoyée par les esclaves

Le but des TD 4 et 5 est d'aboutir à un premier code de propagation des ondes avec des hypothèses simplificatrices et de valider les résultats de modélisation.

1 Rappel

Nous nous intêressons au modèle simplifié de l'équation des ondes acoustiques à un paramètre:

$$\frac{1}{c(\boldsymbol{x})^2}\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}(t,\boldsymbol{x}) - \Delta u(t,\boldsymbol{x}) = S(t) \otimes \delta(\boldsymbol{x}-\boldsymbol{x}_s) \quad (1)$$

avec :	$\boldsymbol{x} \in \Omega$	Ω ouvert de $\mathbb{R}^N$, $N = 1,2,3$
	u(t,$\boldsymbol{x}$)	champ de pression inconnu du problème
	c($\boldsymbol{x}$)	champ de vitesse acoustique
	S(t)	source acoustique

A cette équation s'ajoutent les conditions initiales :

$$u(0,\boldsymbol{x}) = 0 \quad , \quad \frac{\partial u}{\partial t}(0,\boldsymbol{x}) = 0 \quad (2)$$

Nous imposerons dans un premier temps des conditions limites simples de type conditions réfléchissantes, c'est à dire:

$$u(t,\boldsymbol{x}) = 0 \quad sur \quad \partial\Omega \quad (3)$$

Le terme Source $S(t)$ est donné par la relation suivante:

$$S(t) = \left[1 - 2\pi^2(f_c t - 1)^2\right].e^{-\pi^2(f_c t-1)^2} \ \ pour \ \ t \leq T_s \ \ et \ \ S(t) = 0 \ \ sinon \quad (4)$$

où f_c désigne la fréquence caractéristique de l'explosion, ou **fréquence centrale**, conditionnant la longueur des ondes se propageant dans le milieu, et T_s est la durée d'émission ($T_s = \frac{2}{f_c}$).

2 Implémentation et validation

Le squelette réalisé dans les TDs 2 et 3 permet maintenant d'implémenter l'équation des ondes. Afin de procéder de manière progressive, nous pourrons procéder de la manière suivante:

1. Dans un premier temps, nous allons implémenter le calcul de Δu et $\Delta^2 u$ pour une fonction analytique que nous pourrons comparer aux solutions analytiques.

2. Une fois le calcul du laplacien validé, nous pouvons passer au calcul de la propagation des ondes. Le problème de la validation n'est pas simple. Pour cela, nous nous pencherons tout d'abord sur un cas simple: un milieu homogène (ie. $c(\boldsymbol{x}) = Cste = 2000\ m/s$). On positionnera la source au milieu du domaine dont les caractéristiques seront les suivantes:

   - Grille 200×200 environ
   - h = 4m

   Pour ce type de modèle, la propagation doit être circulaire comme l'onde se propageant à la surface de l'eau suite à un jet de pierre.

3. Pour poursuivre la validation, nous procéderons au calcul de l'énergie acoustique incluse dans la boite. Le système étant fermé ($u = 0$ sur les bords), l'énergie doit rester constante après la fin d'émission de la source.

4. On passera alors à un modèle de vitesses un peu plus complexe, c'est à dire à un modèle tricouche (c1=2000 m/s, c2=2500 m/s, c3= 2000 m/s) et on positionnera la source sous la surface. Le modèle aura les caractéristiques suivantes:

   - Grille 400×200 environ
   - h = 4m

   On déterminera alors les temps d'arrivée des différentes reflexions que l'on comparera aux valeurs théoriques.

Dans tous ces cas, on ne visualisera que les snapshots (environ toutes les 10 itérations).