

Herramientas numéricas para el modelado de propagación de ondas sísmicas

Objetivo general: Tener un panorama general de los métodos numéricos que se usan para resolver numéricamente la ecuación de Navier que describe la propagación de ondas elásticas. Realizar la implementación de los métodos y su aplicación a problemas relacionados con sismica de exploración.

- 1.-Introducción
- 2.-Temas básicos de la elasticidad dinámica
 - 2.1. Notación indicial y tensores cartesianos
 - 2.2. Cinemática y equilibrio en medios continuos
 - 2.3. Ecuación de movimiento y ecuaciones de onda
 - 2.4. Propiedades básicas de las ondas plans en medios elásticos
 - 2.5. Potenciales de las onda planas
3. Problema canónico de material con una interfase
 - 3.1. Configuración del problema
 - 3.2. Formulación fuerte
 - 3.3. Formulación débil
 - 3.4 Formulación integral
 - 3.5 Formulación discontinua
 - 3.6 Comparación de formulaciones
- 4.-Método de diferencias finitas para la solución de la ecuación de Navier
 - 4.1. Mallas
 - 4.2 Aproximaciones con diferencias finitas
 - 4.3. Métodos explícitos e implícitos
 - 4.4. Esquemas ADI
 - 4.5. Formulación con mallas alternadas
 - 4.6. Propiedades de los esquemas en diferencias finitas
 - 4.7 Formulación con mallas rotadas
 - 4.8 Formulación en coordenadas cilíndricas prara modelar la propagación de ondas en un pozo fluido rodeado de un medio elástico.
 - 4.9 Modelado de medios isótropos y anisótropos
5. Métodos espectrales y pseudo-espectrales
 - 5.1. Mallas infinitas” Transformada de Fourier semi-discreta
 - 5.2 Mallas periodicas: Transformada discreta de Fourier
 - 5.3. Precisión spectral
 - 5.4. Implementación para problemas de medios elásticos y fluidos
 - 5.5 Comparación entre métodos espectrales y diferencias finitas
6. Método de volumen finito
 - 6.1 Intorducción (Leyes de conservación)
 - 6.2 Características y problemas de Riemann para ecuaciones lineales hiperbólicas
 - 6.3. Condición CFL
 - 6.4. El método de Gudonov para propagación de ondas
7. Método de elementos de frontera
 - 7.1 Principio de Hyuggens

- 7.2 Teoremas de representación
- 7.3 Formulación integral
- 7.4. Solución numérica usando una formulación indirecta

Bibliografía

- Bouchon M. and F. J. Sánchez-Sesma, 2007. Boundary integral equations and boundary element methods in elastodynamics. *Advances in Wave Propagation in Heterogeneous Earth*.
- Carcione J. M., 2007. Wave field in real media. Wave propagation in anisotropic, anelastic, propus and electromagnetic media. *Handbook of Geophysical Exploration Vol. 38*. Elsevier, Netherlands
- Emerman, H.S., W. Schmidt, and F.L A. Stephen, 1982. An implicit finite-difference formulation of the elastic wave equation. *Geophysics* 47:11, 1521-1526.
- Gottlieb D, y S. A. Orzag. *Numerical analysis of spectral methods: Theory and applications*.
- Kausel, E. 2006. *Fundamental solutions in elastodynamics. A compendium*. Cambridge University Press.
- Komatitsch D., and J.-P. Vilotte, 1998. The Spectral Element method: an efficient tool to simulate the seismic response of 2D and 3D geological structures, *Bull. of the Seism. Soc. Am.*, 88:368-392.
- Leveque R. J. *Finite volume methods for hyperbolic problems*. Cambridge Press, 2002.
- Marfurt K.J., 1984. Accuracy of finite-difference and finite element modeling of the scalar and elastic wave equations. *Geophysics*, 49:533–549.
- Moczo, P., J. O. A. Robertsson and L. Eisner., 2007. The finite-difference time-domain method for modeling of seismic wave propagation. *Adv. Geophys.*, 48:421–516.
- Saenger E. H., N.Gold and S. A. Shapiro., 2000. Modeling the propagation of elastic waves using a modified finite-difference grid. *Wave Motion*, 31:77–92.
- Trangenstein, J. A. *Numerical solution of hyperbolic partial differential equations*. Cambridge University Press.
- Trefethen L. N. *Spectral methods in Matlab*. SIAM, 2000.
- Vázquez Cendón, M. A. *Introducción al método de volúmenes finitos*. Manuais Universitarios, Universidad de Santiago de Compostela, 2008.
- Virieux, J., 1986. P-SV wave propagation in heterogeneous media: velocity-stress finite-difference method. *Geophysics*, 51:889–901.
- Virieux, J., 1984. SH-wave propagation in heterogeneous media: Velocity-stress finite-difference method. *Geophysics*, 49:1933-1957.