

ПРОСЛЕЖИВАНИЕ ЛУЧЕЙ В ГРАДИЕНТНЫХ ТРЕХМЕРНЫХ СРЕДАХ

*А.В. Решетников**, *Ю.А. Степченков**, *А.А. Табаков***, *В.Л. Елисеев***
(*СПбГУ, г. Санкт-Петербург, **ОАО «ЦГЭ», г. Москва)

Аннотация

В предлагаемом докладе представляется методика описания трехмерных произвольно-неоднородных сред, а также технология слежения лучей в таких моделях.

Введение

В настоящее время, в связи с возрастающими требованиями точности к задачам интерпретации волновых полей в задачах сейсморазведки, все более актуальными становятся методики расчета волновых полей, максимально детально учитывающие особенности строения среды. В данной работе мы представляем методику расчета лучей в произвольных трехмерных моделях.

Описание модели

Предлагаемая технология позволяет описывать блоковые кусочно-неоднородные трехмерные среды (см. рис.).

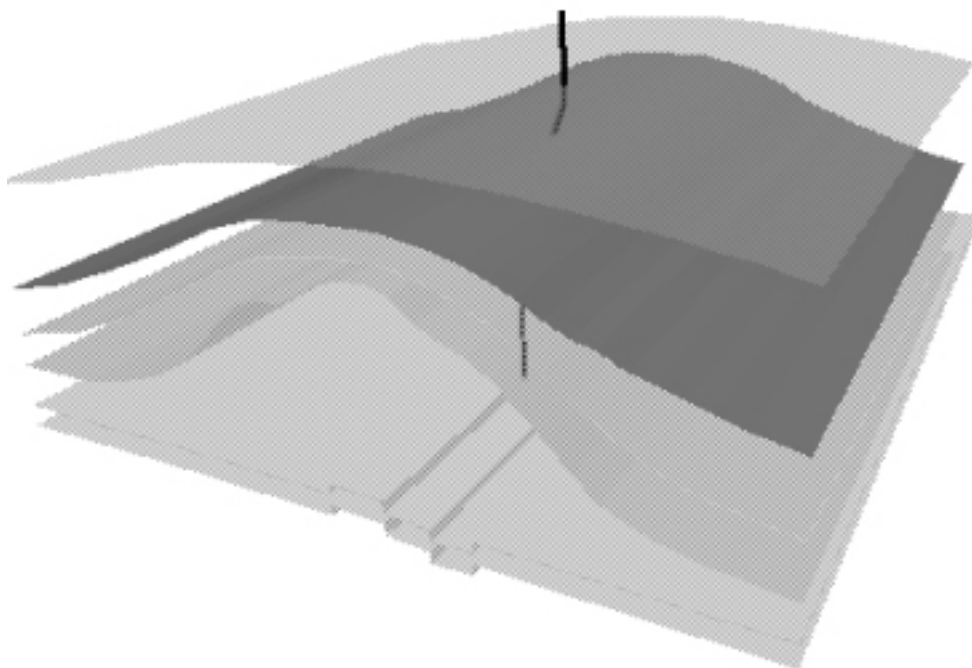
Первым этапом при построении модели является предварительное сглаживание поверхностей раздела. Критерием сглаживания является обеспечение некоторого наперед заданного минимального радиуса кривизны границы. Затем сглаженные поверхности триангулируются, причем размеры треугольников не постоянны, а пропорциональны кривизне поверхности в данной области – таким образом, в областях с наибольшей кривизной размеры треугольников будут меньше, а на гладких участках, соответственно, больше.

Следующий этап – топологическое определение тел модели. Так как исходно задаются только поверхности раздела, построение тел является нетривиальной задачей, так как геологическое тело может представлять достаточно сложную трехмерную геометрическую фигуру. Далее каждому телу нужно приписать соответствующие физические параметры. Скорости в теле описываются законом:

$$v(x, y, z) = v_0(x, y) + k_z z = v_0 + k_x(x, y)x + k_y(x, y)y + k_z z,$$

где $v_0(x, y)$, $k_x(x, y)$, $k_y(x, y)$ – некоторые гладкие поверхности.

Вся информация о топологическом строении модели содержится в трехмерной сетке, причем размеры ячеек сетки меняются в зависимости от свойств среды в данной области.



Слежение луча

В рамках рассматриваемой модели среды была разработана методика слежения луча из произвольной точки, под произвольными углами.

Так как в общем случае градиенты скоростей не постоянны, то слежение луча проводится пошагово. Направление и величина шага выбираются исходя из учета параметров среды в начальной точке. Шаг определяет хорду окружности, являющейся истинной траекторией для некоторой окрестности, в которой градиент предполагается постоянным по величине и направлению.

Так как среда может иметь в своем составе несколько геологических тел, на границе этих тел необходимо учитывать отражение или преломление луча (в зависимости от того, какая волна рассматривается – отраженная или преломленная).

В точке пересечения хорды луча и границы двух геологических тел, определяется нормаль к границе. Далее вычисляется касательная к границе

компонента вектора рефракции падающего луча заданного типа, по закону Снеллиуса при преломлении или отражении луча эта компонента должна сохраняться. По этой сохраняющейся компоненте, рассчитывается нормальная к границе компонента вектора рефракции преломленного или отраженного луча.

Заключение

В настоящее время проводится отладка и тестирование счетных процедур и сопоставление результатов с другими методами. В дальнейшем полученные алгоритмы будут использованы для программ моделирования волновых полей в сложных трехмерных средах, а также для решения обратных кинематических задач.

Литература

1. Г. И. Петрашень. Распространение волн в анизотропных упругих средах. Л., 1978г., 247с.
2. А. С. Алексеев, Б. Я. Гельчинский. О лучевом методе вычисления полей волн в случае неоднородных сред с криволинейными границами раздела. //Вопросы динамической теории распространения волн. Сборник III. – Л., 1959г., стр. 11-107.
3. Н. Н. Матвеева, Л. Н. Антонова. Метод и программа расчета кинематики и динамики объемных волн в трехмерных неоднородно блоковых средах. //Программы для интерпретации сейсмических наблюдений. 2. - Л., 1977г., стр. 173-211.
4. А. А. Табаков, И. Е. Солтан, А. В. Решетников, В. В. Решетников. Динамическая декомпозиция волновых полей и реконструкция модели среды при обработке данных ВСП. //Тезисы научно-практической конференции «Гальперинские чтения-2002» - М., 2002г., стр. 12-13.
5. А. В. Решетников, В. В. Решетников, А. А. Табаков, В. Л. Елисеев. Применение лучевого метода в задаче динамической декомпозиции волновых полей и реконструкции модели по данным ВСП. // Технологии сейсморазведки. №1/2004, - М., 2004, стр. 66-70.
6. В. Н. Троян, Ю. М. Соколов. Методы аппроксимации геофизических данных на ЭВМ. – Л., 1989г. М. 300с.

7. V. Cervený, I. A. Molotkov, I. Psencik. Ray method in seismology. – Praha, 1977, 214p.