

аккумуляции и накопления углеводородов в данных песчаных телах. Ввиду постепенного истощения основных залежей в меловых НГК, внимательное и последовательное изучение данных отложений чрезвычайно важно, чтобы обеспечить Россию и в будущем нефтью и газом.

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ПОВЕРХНОСТНО СОГЛАСОВАННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПОДАВЛЕНИЯ КРАТНЫХ ВОЛН

Логинов Андрей Константинович

Геологический ф-т МГУ, Москва, [l o g i n o v@mail.ru](mailto:loginov@mail.ru)

Введение.

В данной работе представлен опыт разработки и применения алгоритма поверхностно-согласованного моделирования и подавления кратных волн являющийся реализацией идеи описанной Д.Ж. Вершуром в [2].

Подобный подход в задаче подавления кратных волн имеет ряд преимуществ по сравнению с другими методами:

1) Возможность моделирования и подавления кратных волн без привлечения дополнительной информации, в том числе скоростного закона, а лишь работая с самим зарегистрированным волновым полем.

2) Эффективное подавление кратных волн на ближних выносах, что как правило затруднительно при подавлении когерентных помех после преобразования Радона.

3) Подавление кратных волн не только от прямых или наклонных границ, но и от границ практически любой формы, в том числе подавление кратных дифрагированных волн.

Но так же имеет и ряд недостатков, во-первых требуется высокая пространственная регулярность исходных данных, т.е. равные расстояния между пунктами взрыва и приема. Во-вторых, как можно меньший шаг между пунктами приема и возбуждения, и наконец в-третьих вычислительная сложность.

Целью данной работы было разработка и реализация алгоритма вычисления модели кратных волн, позволяющего производить подобные расчеты в производственных масштабах, т.е. с затратой от минут до первых часов вычислительного времени на одном процессоре на средний профиль морской съемки. Кроме того, разработка дополнительных алгоритмов позволяющих реализовать всю технологию моделирования поля кратных волн.

Теоретические основы поверхностно-согласованное моделирование кратных волн.

Ответ среды на сейсмическое воздействие содержит в себе события связанные с отражением от границ и вместе с ними многократные отражения в водном слое. Можно сказать, что каждое однократное отражение порождает виртуальный источник, излучающий с задержкой относительно реального и находящийся на позиции приемника. Отражение импульса виртуального источника есть двукратная волна. Приход двукратной волны так же порождает виртуальный источник и т.д

Математически для одномерного случая, это можно записать следующим образом[1]:

$$\begin{aligned}x(t) &= x_0(t) + \sum m_n, \\(\Phi 1) \quad m_1 &= -x_0(t) * x_0(t) * \frac{1}{s(t)}, \\m_2 &= x_0(t) * x_0(t) * x_0(t) * \frac{1}{s(t) * s(t)} \\&\dots\end{aligned}$$

Где $x(t)$ -регистрируемое поле, $x_0(t)$ – поле однократных отражений, $s(t)$ – импульс в источнике, а m_n – поле кратных волн, n – номер кратной, операция $*$ - свертка.

Из приведенной формулы видно, что поле кратных волн можно получить из поля однократных отражений, свернув его с самим собой.

Для двумерного случая, т.е случая границ имеющих различные углы наклона изменяющиеся вдоль профиля съемки, зависимость поля кратных волн от поля однократных можно выразить интегралом[2]:

$$(\Phi 2) \quad M_n(x_r, x_s, f) = - \int_{x_k} X_0(x_r, x_k, f) * P(x_k, x_s, f) dx_x$$

Где M – поле кратных волн, X_0 – поле однократных отражений, P – поле однократных отражений для модели первой кратной, или поле кратных предыдущей кратности по отношению к искомому. x_r -позиция приемника, x_s -позиция источника, x_k – пространственная координата по которой происходит интегрирование, f – исходный сигнал.

На практике это интеграл заменяется суммой:

$$(\Phi 3) \quad M_n(x_r, x_s, f) = - \sum_{x_k} X_0(x_r, x_k, f) * P(x_k, x_s, f)$$

Выражение (Ф 3) может быть интерпретировано как матричное произведение, в котором в качестве элементов матрицы выступают сейсмические трассы, а операция умножение интерпретируется как их свертка

(рис 1), колонка такой матрицы содержит трассы с фиксированной позиции источника, каждая строка с фиксированной позиции приемника, Таким образом каждый элемент матрицы описывает зарегистрированное сейсмическое поле при заданном положении источника и приемника. Матрица квадратная и имеет $N=M+L$ строк и столбцов, где M – кол-во взрывов, а L – кол-во приемников в расстановке.

Описание предложенного алгоритма.

Непосредственный расчет по формуле (Ф 3) является весьма затруднительной задачей требующей больших ресурсов оперативной памяти и процессорного времени. Предложен метод решения этой задачи в частотной области. Работу алгоритма можно разделить на три части :

Чтение исходных данных, расчет Фурье спектров каждой трассы, сохранения спектров последовательно по частотам

Чтение, конструирование полных слайсов со всего профиля, перемножение нескольких слайсов, обратное преобразование Фурье сохранения частей сейсмограмм во временной области

Чтение частей сейсмограмм, конструирование полных сейсмограмм.

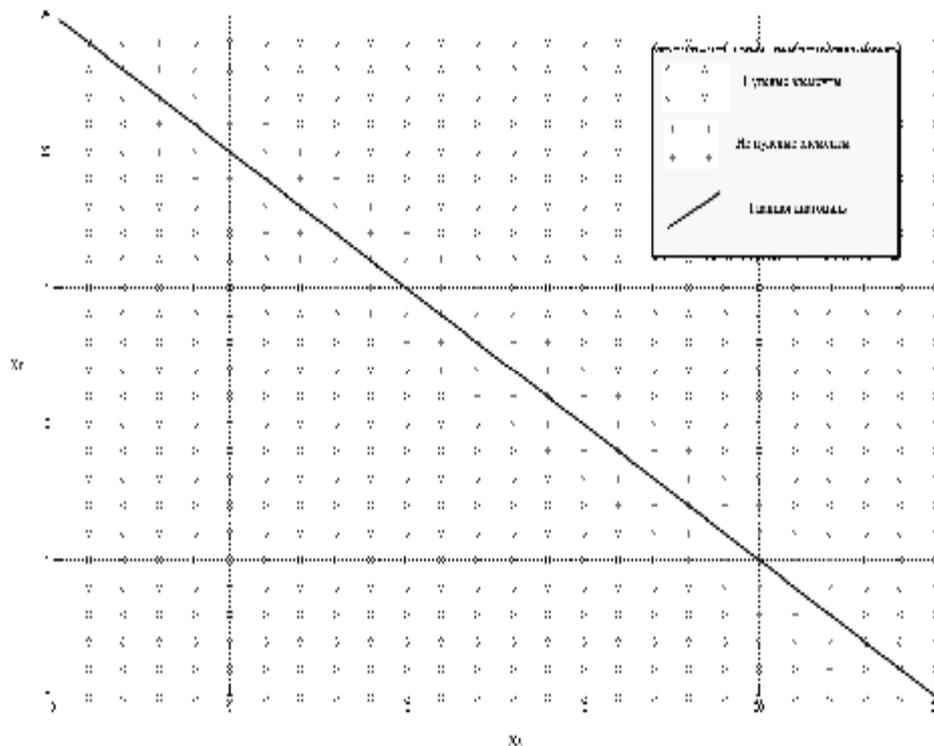


Рис 1. Сейсмические трассы в координатах X_r , X_s

Кроме того, для уменьшения эффекта пространственного альясинга , предложено заменить схему Вершура (Ф 3), следующей:

$$(Ф 4) M_n(x_r, x_s, f) = - \sum_{x_k} X_0(x_r, x_k, f) * P(x_k, x_s, f) Taper(x_k)$$

где Taper() – функция равная 1 в середине интервала x_k и плавно убывающая до 0 на краях.

Реальные данные характеризуются нерегулярностью, кроме того, как правило, отсутствуют ближние выносы, и пространственная дискретизация сети наблюдения недостаточна для получения не зашумленного пространственным альясингом поля кратных. Для учета этих факторов разработан алгоритм интерполяции данных, который преобразует исходные данные, в данные на регулярной сети наблюдения, достраивает необходимые выносы, и применяя частичные кинематические поправки приводит исходное поле к интерполированным значениям.

Результаты.

Алгоритмы получили программную реализацию, получены модели кратных волн для простых моделей, горизонтальная граница, наклонная граница, точечный дефрактор, для сложной модели с изрезанным дном и сложным строением слоистой толщи, и для реальных морских данных. Исследовано влияние предложенной тейпер функции на результат моделирования.

Программная реализация оптимизирована для процессоров Intel, использует возможности частичной векторизации вычислений, и может исполняться за приемлемое время даже на персональном компьютере с одним процессором и объемом оперативной памяти в первые сотни мегабайт.

Литература:

1. Berkhout, A. J., 1999, Multiple removal based on the feedback model: -fhe Leading Edge, 18, no. 1, 127 – 131.
2. Verschuur, D.J., 2006, Seismic multiple removal techniques: past, present and future: EAGE Publications BV, ISBN 90-73781-51-5.

ПРИВЯЗКА ОТРАЖАЮЩИХ ГОРИЗОНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕЙСМИЧЕСКИХ СКВАЖИННЫХ ДАННЫХ НА ОДНОМ ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЙ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Насипов Ленар Альфатович

Геологический ф-т МГУ, Москва, biglenar@mail.ru

Основной целью работы является привязка сейсмических данных к данным акустического каротажа верхней части разреза, полученным на одном из месторождений Самарской области. Большая часть работы посвящена моделированию кривой акустического каротажа. Это связано с тем, что