

Временная миграция до суммирования с применением технологии высокого разрешения по Гюйгенсу.

Bill Kamps, Tsunami Development. <http://www.tsunamidevelopment.com>

Предисловие

Интерпретаторы сейсмических данных всегда приветствуют высокочастотные данные с качественным разрешением. Часто они увеличивают масштаб изображения сверх того, что данные могут позволить. В результате они видят либо только часть сейсмического импульса, либо достаточно грубое изображение геологической структуры. Очевидно, что интерпретаторам хотелось бы иметь данные с максимальным – насколько позволяют данные – разрешением.

Теперь у нас имеется возможность предоставить пользователю те же самые мигрированные данные, но с более высоким разрешением в частотной области. Это позволит интерпретаторам и геологам получить намного больше информации, особенно в тех районах где предполагается бурить скважины.

Используя запатентованную технологию, разработанную компанией *N.S Neidell & Associates.*, в нашей временной миграции мы можем значительно повысить частотные характеристики и увеличить разрешение сейсмических данных. Компания Tsunami является эксклюзивным поставщиком коммерческого программного обеспечения, применяющего данную технологию.

Голографическая миграция

Профессор Найделл обнаружил, что в сейсмических данных содержится куда больше информации, чем мы можем получить в результате стандартной миграции. Эта информация скрыта от нас, поскольку мы мигрируем данные на основе теории дискретизации, а не на основе целостного изображения подповерхностных структур. Следствием из основных положений Гюйгенса является тот факт, что информация, записанная в сейсмическом волновом поле зависит не только от свойств источника и шага дискретизации, но и от собственно информации, содержащейся в самом волновом поле (4). Те детали геологического строения, на которые нацелена наша миграция, являются не дискретами и частотами, а настоящими структурами, обладающими формой и состоящими из вещества. С этой точки зрения, проблема получения мигрированного изображения схожа скорее с производством голограммы, чем с перемещением определенным образом набора трасс.

Для пояснения процесса перефразируем Э.Робинсона (5). Миграция преобразовывает сейсмические данные в мигрированные сейсмические данные. Входные сейсмические данные являются волновым полем, записанным на сейсмоприемники на поверхности земли. Алгоритм миграции восстанавливает волновое поле соответствующее геологическому строению участка с помощью разного рода аппроксимаций волнового уравнения. Далее, из полученного волнового поля получается мигрированные сейсмические данные. В миграции важно различать стадии восстановления волнового поля (т.е. аппроксимации волнового уравнения и восстановления волнового поля в соответствии с геологическим строением) и получения сейсмического изображения (перевод полученного волнового поля в сейсмические записи).

Для первого этапа правильнее представлять измененное волновое поле не в виде сейсмограмм, трасс или отсчетов, но в виде голограммы цельного объекта (геологической структуры), который описан для компьютера в виде приближения волнового уравнения. На втором этапе мы «нарезаем» данную голограмму с частотой дискретизации, необходимой и достаточной для получения деталей геологического строения.

Точность построения волнового поля зависит от точности алгоритма миграции и отношения сигнал/помеха в исходных данных. Разрешенность и частота выходных данных зависят в свою очередь от точности построения скоростного поля, а также от интервала дискретизации выходных данных. Интервал дискретизации входных данных тоже влияет на степень разрешенности полученных

результатов, однако последняя зависит не только от него. Практически как в голографии, где изображение объекта зависит как от самого объекта, так и частоты нарезки собственно голограммы.

Сделав несколько модификаций в коде Кирхгоффовской пре-стэк временной миграции компании Tsunami, мы сделали возможным представлять волновое поле подповерхностной структуры как голограмму. Далее, получение сейсмического изображения данной голограммы производится с тем интервалом дискретизации, который необходим для раскрытия деталей строения структуры. Точность такой детализации зависит физических свойств вещества, слагающего структуру и от строения самой структуры. Если предположить, что отношение сигнал/помеха во входных сейсмических данных высокое, то частота и уровень разрешенности в мигрированных данных после этапа восстановления волнового поля будет гораздо более высоким, чем мы получаем на этапе получения сейсмического изображения с интервалом дискретизации равным входному. Изменения в коде Кирхгоффовской пре-стэк временной миграции основаны на патентованной технологии и составляют интеллектуальную собственность компании *N.S Neidell & Associates*.

Результаты тестовых миграций

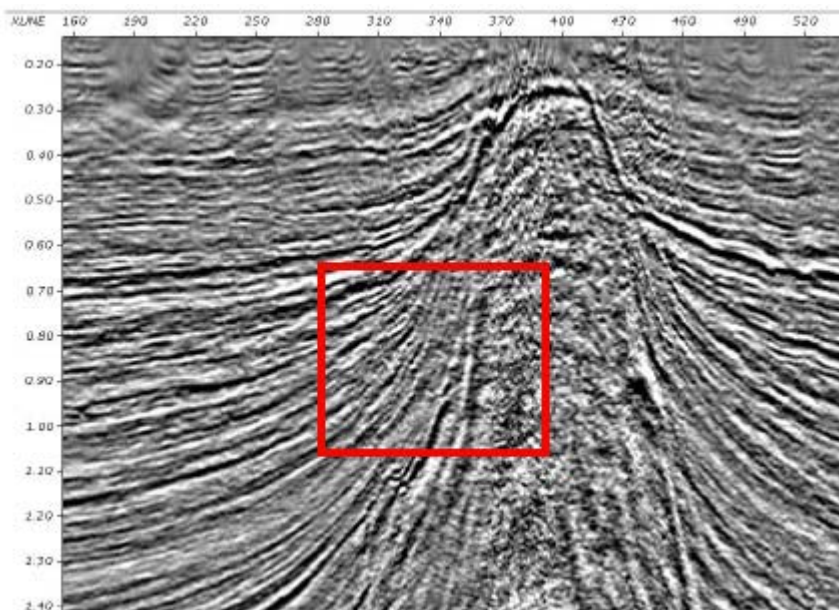


Рисунок 1. Мигрированное изображения соляного купола. Область интереса на левом склоне купола выделена красным.

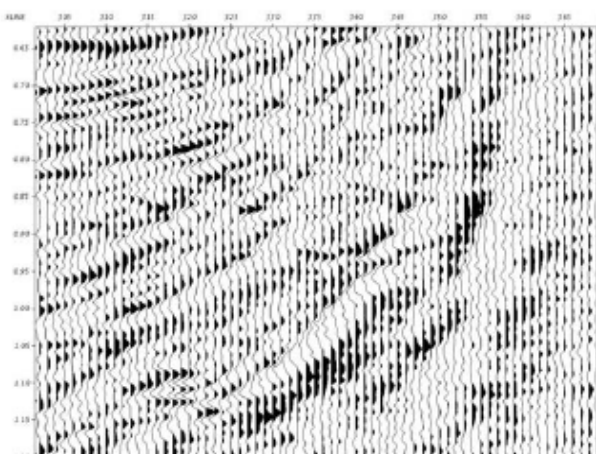


Рисунок 2.

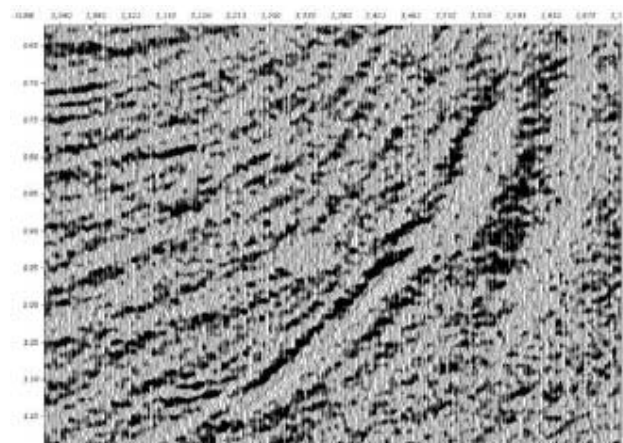


Рисунок 3.

На рис.2 и 3 показано сравнение между, соответственно, обычной Кирхгоффовской миграцией и модифицированной миграцией с применением технологии высокого разрешения. На последней отмечается высокий уровень детализации и более высокий частотный состав. На рис.2 интервал

дискретизации 4 мсек при расстоянии между инлайнами и кросслайнами 33.5 м. На рис.3 – 1 мсек и 8.375 м

Те же области, но в виде изображения variable density, представлены на рис. 4 и 5. Изображение в виде переменных плотностей более ярко иллюстрирует различия между двумя миграциями – при увеличении до уровня, когда на обычном мигрированном разрезе изображение распадается на отдельные элементы и теряет информативности, в то время как разрез после миграции высокого разрешения представляет вполне приемлемую для геолога-интерпретатора картину положения склона соляного купола и примыкающих к нему осадочных слоев.

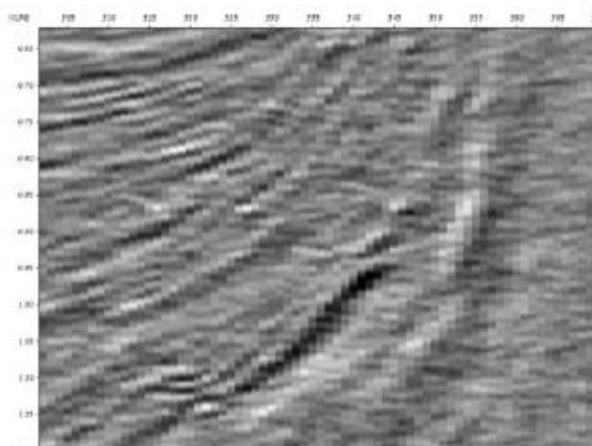


Рисунок 4.

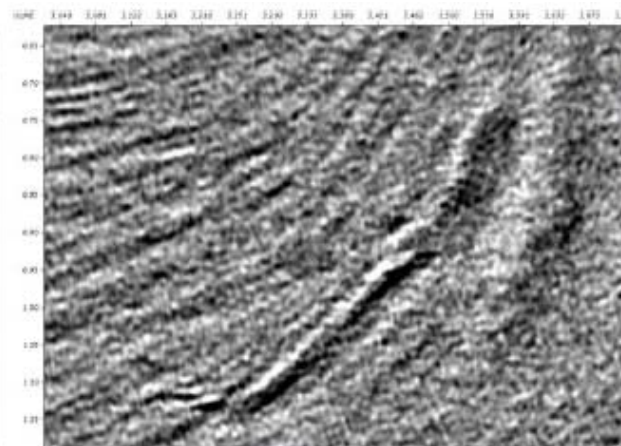


Рисунок 5.

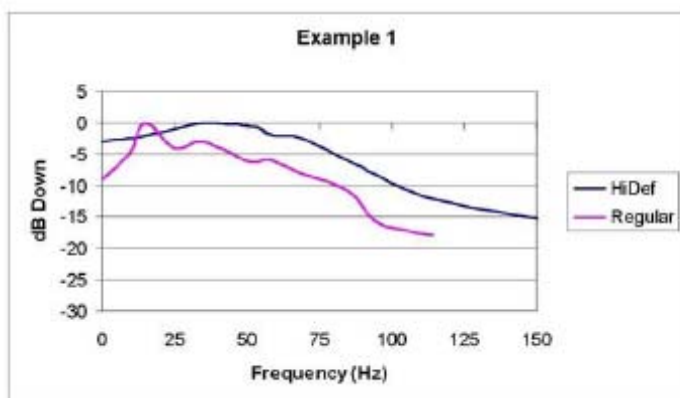


Рисунок 6. Сравнение частот разрезов с рис.4 и 5. (лиловая – обычная миграция, синяя – миграция высокого разрешения). Последняя демонстрирует лучшие результаты в низко- и высокочастотной области спектра.

На рисунках 7 и 8 представлены сравнительные тесты по другому набору данных, с показательной разломной структурой. Интервал дискретизации разреза после обычной миграции – 4 мсек и расстояние 33.5 м, а для миграции высокого разрешения – 1 мсек и 8.375 м.

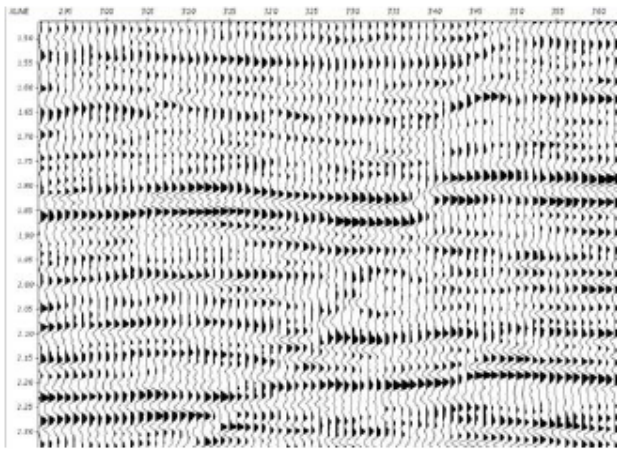


Рисунок 7.

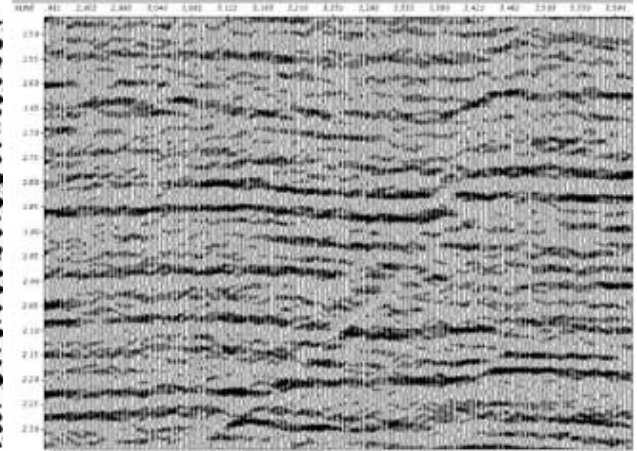


Рисунок 8.

На рисунках 9 и 10 показана та же область в виде рисунка с переменными плотностями. Как и предыдущем примере, разрез после миграции высокого разрешения демонстрирует более высокий уровень детализации. Сравнение частот двух разрезов дано на рис. 11.

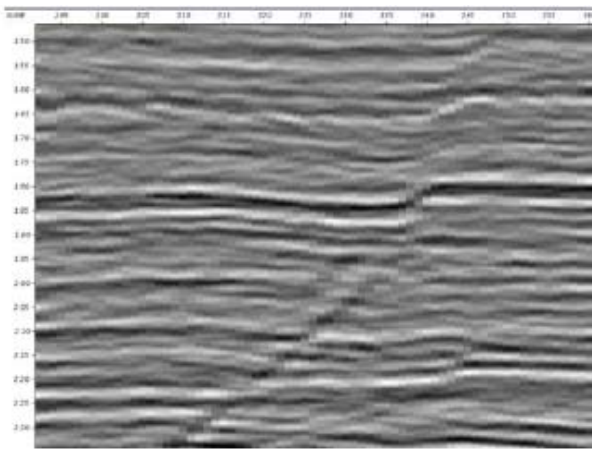


Рисунок 9.

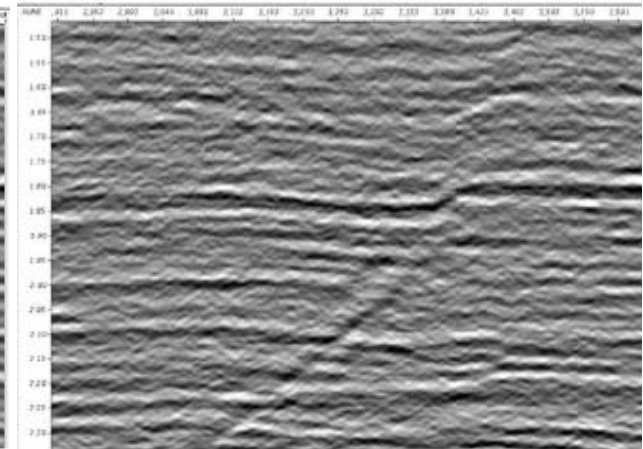


Рисунок 10.

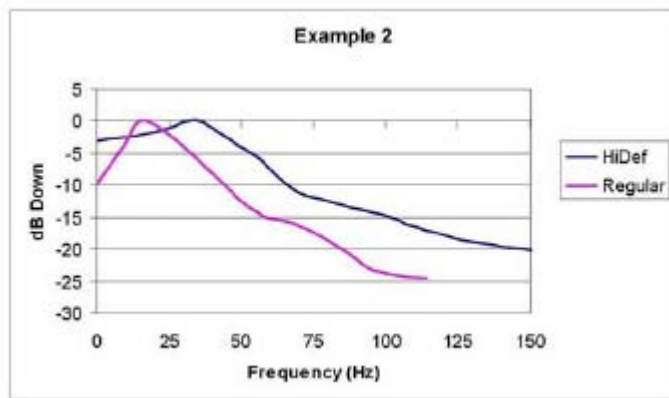


Рисунок 11.

Пределы разрешения и цена вычислений

Уменьшение интервала дискретизации в четыре раза было выбрано потому, что достаточно наглядно демонстрирует возможности новой технологии миграции. Пре-стэк временная миграция с высоким разрешением от компании Tsunami позволяет пользователю задавать желаемый интервал

дискретизации выходных данных. Если задать еще большее уменьшение данного интервала, то возможно получение разреза с еще большим уровнем разрешенности и более широким частотным спектром. Пределом разрешения в данном случае выступает характер изучаемой геологической структуры, точность алгоритма и отношение сигнал/помеха в исходных сейсмических данных. Для улучшения качества миграции, программа увеличивает точность действия алгоритма Кирхгоффа при уменьшении интервала дискретизации.

Поскольку получаемый мигрированный набор данных имеет меньший интервал дискретизации, стоимость его получения возрастает. Таковая стоимость может стать очень высокой, если на выходе задается очень маленький дискрет. По этой причине пре-стэк временная миграция с высоким разрешением от компании Tsunami дает пользователю возможность ограничивать выходные данные по трем измерениям – например, высокочастотные данные могут быть получены для интервала от двух до четырех секунд на площади 50 инлайнов на 50 кросслайнов.

Пре-стэк временная миграция с высоким разрешением поставляется компанией *Tsunami Development*. Компания *Tsunami Development* также предоставляет необходимую лицензию на использование патента, принадлежащего компании *N.S Neidell & Associates*.

Дальнейшие разработки

В течение нескольких месяцев Tsunami Development планирует выпустить новые продукты с использованием технологии высокого разрешения по Гюйгенсу, в том числе – пре-стэк глубинную миграцию.

Список литературы

- (1) NEIDELL, NORMAN S., *N.S. Neidell & Associates, Houston, Texas*. Perceptions in seismic imaging Part 1: Kirchhoff migration operators in space and offset time, an appreciation. *THE LEADING EDGE*, June 1997
- (2) NEIDELL, NORMAN S., *N. S. Neidell & Associates, Houston, Texas*. Perceptions in seismic imaging Part 2: Reflective and diffractive contributions to seismic imaging. Pg. 1121. *THE LEADING EDGE*, AUGUST 1997
- (3) NEIDELL, NORMAN S., *N.S. Neidell & Associates, Houston, Texas*. Perceptions in seismic imaging Part 3: Kirchhoff seismic imaging, A transform view. Pg. 1241. *THE LEADING EDGE*, SEPTEMBER 1997
- (4) NEIDELL, NORMAN S., *Zydeco Energy Inc., Houston, Texas*. Perceptions in seismic imaging Part 4: Resolution considerations in imaging propagation media as distinct from wavefields . Pg. 1412 . *THE LEADING EDGE*, OCTOBER 1997.
- (5) ROBINSON, ENDERS A., *Columbia University, New York*. Further to Norman Neidell's series....Holistic migration. Pg. 313. *THE LEADING EDGE*, MARCH 1998
- (6) EISNER, ELMER, *Rice University, Houston, Texas*. Limits of resolution. Pg. 313. *THE LEADING EDGE*, MARCH 1998
- (7) NEIDELL, NORMAN S. US Patent 5,633,885. Sampling and Propagation of Wavefields. *DECEMBER 1997*.

Все эти статьи доступны также на сайте:

http://www.tsunamidevelopment.com/support_articles.php

Технология высокого разрешения по Гюйгенсу – торговая марка компании Tsunami Development.