

Амплитуды: ослабление влияния системы наблюдения для миграции до суммирования

Amplitudes: reducing acquisition footprint for prestack migration

Bill Kamps*, президент Tsunami Development, обсуждает разработку компании для ослабления искажений, вызванных влиянием системы наблюдения при сейсмических съемках, в целях улучшения анализа мигрированных амплитуд.

Пользователи сейсмических данных сегодня больше интересуются амплитудами мигрированных данных, чем когда-либо прежде. Амплитуды выходных сейсмограмм используются для дифференциации геологических и пластовых характеристик, а так же для AVO анализа. Эффективное применение этих методик сильно зависит от относительной точности и устойчивости амплитуд в мигрированных сейсмограммах. Независимо от того, как аккуратно мы обращаемся с амплитудами в алгоритме миграции, влияние системы наблюдения может исказить мигрированные амплитуды и сделать амплитудный анализ очень сомнительным.

Система наблюдения 3D съемок может оказывать большое влияние на получаемые амплитуды, особенно в данных наземных съемок. В идеальном случае мы хотели бы, чтобы каждое удаление было зарегистрировано на регулярной сетке, и чтобы для каждого ОГТ имелись все удаления. Это, конечно, возможно только в синтетических съемках. Искажение, вносимое системой наблюдения, называют отпечатком системы регистрации. Это артефакт, оставляемый на амплитудах нерегулярным интервалом между зарегистрированными трассами. В данной статье мы обсуждаем технологию, которая значительно ослабляет влияние системы наблюдения, а также исследование, которое мы ведем для дальнейшего прогресса в этой области.

Две проблемы вместо одной

Действительно есть две стороны данной проблемы. Первая заключается в том, что в пределах бина удалений трассы не записаны с одной плотностью в пределах съемки.

Это может быть связано с обычной практикой объединения съемок, которые имеют различную геометрию регистрации и возможные области перекрытия. Вторая проблема в том, что различные бины удалений обычно имеют совсем разные кратности. Близкие удаления могут иметь одну десятую количества трасс, имеющихся на средних удалениях. Эта очень большая разница в кратности трасс порождает соответствующие амплитудные

различия в мигрированной сейсмограмме. Удаления малой кратности имеют слабые амплитуды в мигрированной сейсмограмме; удаления большой кратности имеют высокие амплитуды в мигрированной сейсмограмме. Получение полезных амплитуд после миграции требует обращения внимания на эти проблемы.

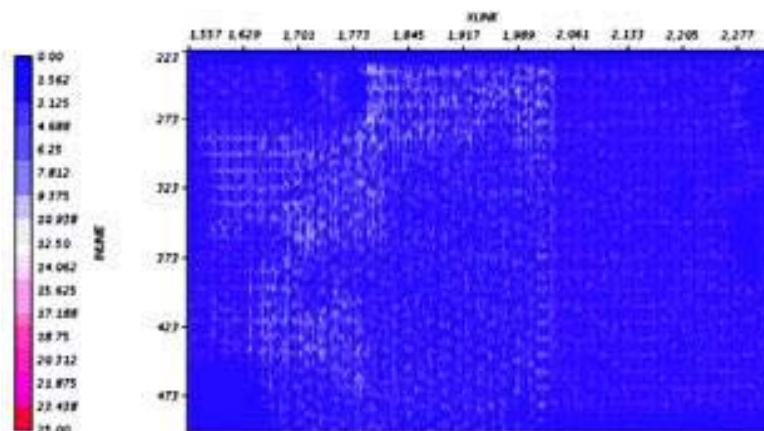


Рис. 1. Карта положений входных трасс для удалений 3200-4000.

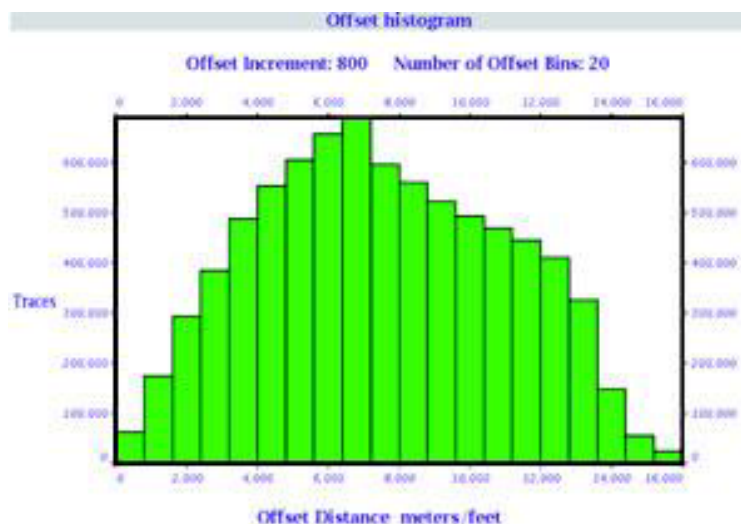


Рис. 2. Гистограмма удалений.

bill.kamps@tsunamidevelopment.com

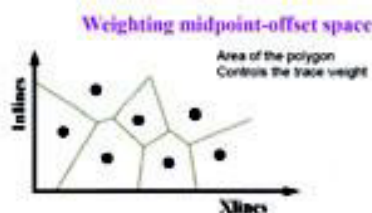


Рис. 3. Полигоны для получения весов

Рис. 1 - карта распределения трасс в пределах одного бина удалений. Синие области показывают пробелы в съемке, в то время как более яркие белые области говорят о высокой концентрации зарегистрированных трасс. Рис. 2 - гистограмма удалений, показывающая типичную кратность удалений наземной съемки. Мы видим немного трасс на малых и больших и большое количество трасс на средних удалениях. Этот тип распределения очень искажает AVO анализ, так как амплитуды будут искажены из-за большой разницы в количестве трасс различных бинов удаления.

Компенсация за неравномерное распределение трасс в пределах удаления

Метод, описанный Canning и Gardner (1998) как правило эффективен при решении проблемы неравномерного распределения трасс в пределах бина удалений. Мы применили этот метод в Tsunami Imaging Suite с некоторыми незначительными изменениями, которые повышают стабильность алгоритма. Вкратце, в методе вычисляется набор весов, которые применяются к входным трассам до миграции. Эти веса вычисляются по ряду полигонов, окружающих каждую трассу в пределах плоскости удаления (рисунок 3). Веса трасс вычисляются пропорционально площадям полигонов. Грубо говоря, трассы, которые ближе друг другу, получают малые веса, а трассы, которые отдалены друг от друга, получают высокие веса.

Для демонстрации метода, мы создали синтетический набор данных, который имеет постоянную скоростную функцию повсюду, другими словами функция $V(z)$ однородна. Синтетическая сейсмограмма содержит одну плоскую волну. Если бы трассы в синтетической сейсмограмме были созданы на однородной сетке, то после миграции плоская волна имела бы постоянную амплитуду.

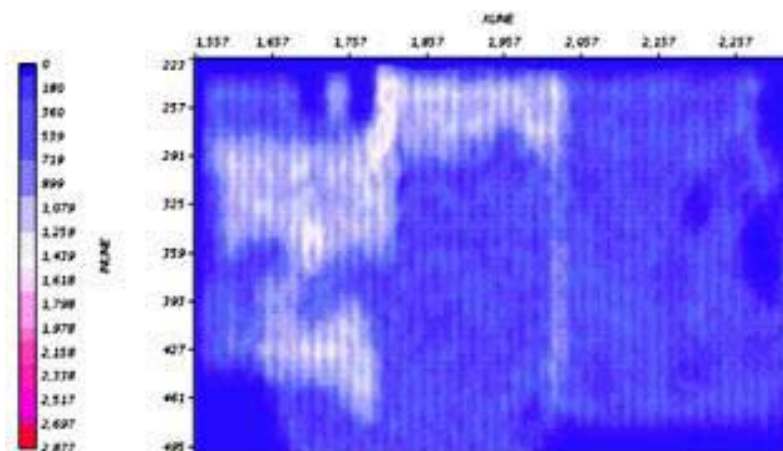


Рис. 4. Временной срез мигрированной плоской волны, характеризующейся влиянием системы регистрации на удалениях 3200-4000.

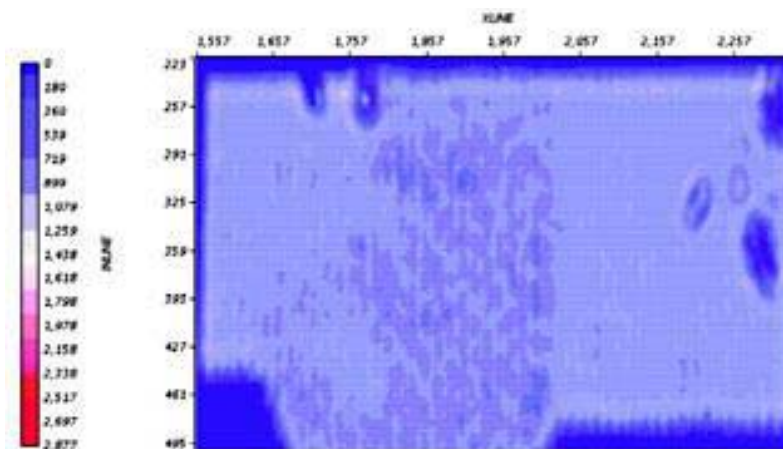


Рис. 5 Временной срез мигрированной плоской волны с использованием полигонных весов для удалений 3200- 4000.

Однако мы создали синтетический набор данных с распределением трасс, показанным на рисунке 1. Вместо плоской волны с постоянной амплитудой миграция дала результат, приведенный на временном разрезе, рис. 4.

На этом временном разрезе проявляется влияние системы наблюдения, поскольку при сравнении с рисунком 1, очевидно, что есть заметная корреляция между плотностью трасс и амплитудами мигрированной волны. Это то, что мы хотели видеть. Затем мы вычислили веса входных трасс на основе метода полигонов и повторно запустили миграцию. На рис. 5 приведен результат, полученный на временном разрезе. На этом разрезе мы можем видеть, что взвешивание входных трасс дает более согласованные амплитуды мигрированной волны.

Этот результат очень типичен для результатов, которые мы видели для метода полигонных весов.

За эти годы мы поэкспериментировали со многими попытками масштабирования мигрированных трасс на основе вычисления числа трасс, вносящих вклад в выходную выборку трасс. Все эти методы не показали желаемых результатов. Это потому что в то время как возможно посчитать число вносящих вклад трасс в каждую выходную выборку трасс, невозможно их правильно масштабировать на основе вычисленного числа. Величина мигрированной амплитуды далеко не линейна. На мигрированную амплитуду воздействует очень много факторов, такие как скоростная модель, антиаляйсинговый фильтр, время прихода волны, наклон волны и соотношение сигнал-шум. Таким образом, невозможно ввести одну функцию, основанную на числе

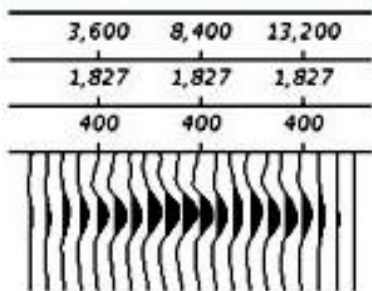


Рис. 6. Мигрированная сейсмограмма без введения весов.

входных трасс, которая правильно определяет масштаб выходных трасс. Единственный реальный способ — масштабирование амплитуд входных трасс с компенсацией за их нерегулярную плотность.

Компенсация за разницу кратности между удалениями

Как мы видим на диаграмме рисунка 2, кратность трасс в пределах бинов удалений сильно изменяется, когда удаления выбраны с регулярным шагом. Гистограмма показывает типичное наземное распределение, где близкие и далекие удаления почти отсутствуют по сравнению со средними удалениями. Из-за этого амплитуды близких и далеких удалений более слабые относительно средних удалений. Рисунки 6-9 получены миграцией плоской синтетической волны с пространственным распределением, типичным для рисунка 1 и кратностью удалений, показанной в гистограмме трасс. Зависимость амплитуды волны от удаления должна быть ровной; однако, на рисунке 6, мы видим обычное амплитудное распределение, где близкие и далекие удаления слабы из-за небольшого количества трасс в пределах этих бинов удалений. На рис. 7 приведен результат использования полигонных весов, которые были обсуждены выше. Как видно, в то время как полигонные веса работают для более однородного пространственного распределения в пределах плоскости удалений, они не дают компенсацию за амплитудные разности между бинами удалений.

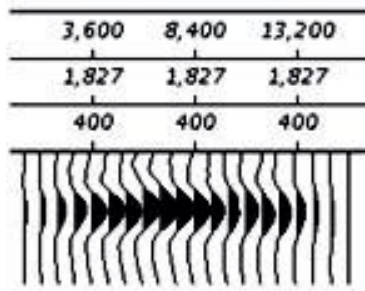


Рис. 7. Мигрированная сейсмограмма с введенными весами.

Для компенсации за амплитуды между плоскостями удалений в системе Tsunami есть два способа. Первый — произвольно установить полигонные веса так, чтобы они дали компенсацию за различное количество трасс в пределах каждого бина удалений. После того, как все веса вычисляются для всех удалений, мы возвращаемся и определяем масштаб этих весов так, чтобы сумма весов для каждого бина удалений была нормализована. Это дает компенсацию за амплитудный вес между бином удалений. Рисунок 8 отображает результат применения этого метода. Как видно, сейсмограмма теперь имеет более однородное амплитудное распределение. Принятие компромиссных решений с этим методом состоит в том, что, повышая амплитуду шумных трасс близких удалений, суммарный разрез может иметь больше высокочастотных помех. Как для многих геофизических процедур выгоды должны быть сопоставлены с ограничениями.

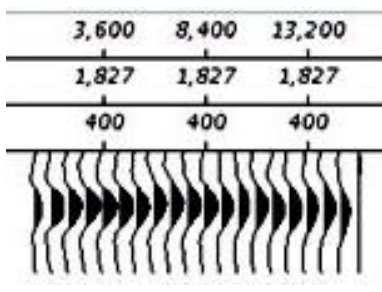


Рис. 8. Мигрированная сейсмограмма с введенными и нормализованными весами.

Второй метод заключается в том, чтобы получить шаги выходных удалений так, чтобы каждый бин удалений имел одно и то же количество входных дорожек. Это, конечно, означает, что бины выходных удалений не будут иметь однородный шаг. На рис. 10 показаны значения удалений, когда входные трассы разделены на 20 однородных бинов удалений. Как ожидалось близкие и далекие удаления имеют большие шаги между бинами, в то время как средние удаления имеют меньшие шаги. Это балансирование количеством входных трасс естественно балансирует амплитуды на выходных мигрированных сейсмограммах. Как видно на рисунке 9, амплитуды волны теперь очень однородны по всей сейсмограмме. В тех случаях, где этот метод может быть применен, могут быть достигнуты лучшие результаты.

Выводы

Мы показали, что сделать компенсацию за амплитудные вариации, вызванные системой наблюдения, при использовании комбинации методов. Возможна компенсация за пространственное распределение трасс в пределах бина удалений, применяя веса к входным трассам, которые дают компенсацию за плотность трасс. Возможна компенсация за амплитудные вариации между бинами удалений либо за счет расчетных весов, чтобы нормализовать веса между бинами удалений, либо посредством расчета бинов удалений, которые содержат такое же количество входных трасс. При использовании комбинации этих методов можно сильно ослабить влияние системы

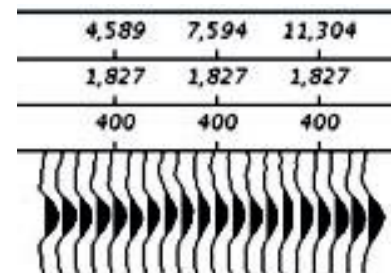


Рис. 9. Мигрированная сейсмограмма со сбалансированными бинами удалений.

наблюдения.

Table of Offsets For Balancing Trace Population			
Offset	Number of Traces	Offset	Number of Traces
1047	399922	7594	400212
2540	400415	8138	400197
3334	400460	8716	400216
3993	399827	9318	400635
4589	400416	9951	399480
5135	399905	10613	400970
5647	400749	11314	300267
6141	398455	12036	401582
6620	402327	12826	400184
7095	400014	19561	400406

Рис. 10. Таблица удалений для создания сбалансированных бинов удалений.

Во всех случаях пользователи должны запускать ряд тестов на целевых профилях для подтверждения того, что процессы приносят желаемую выгоду. В некоторых случаях, когда плотности распределения сильно изменяются, результаты могут быть не такими хорошими, как показано в данной статье. Также возможно, что при балансировке количества входных трасс, близкие выходные удаления будут увеличены больше, чем желательно. Это может случиться, когда удаления ближних трасс почти отсутствуют. В журнале будут напечатаны расчетные удаления, как только будет рассчитан нерегулярный интервал удалений. Система также содержит опцию ввода таблицы удалений, которые могут быть заданы пользователем вручную. Таким образом, фактически может быть задан любой шаг удалений.

Ограничения и будущее исследование

Мы продолжаем наше исследование для получения оптимального подавления влияния системы наблюдения. Текущий полигонный метод учитывает только положение трассы. Таким образом, это в основном метод первого порядка. Как видно на рисунках 4 и 5, он дает значительное улучшение. Однако метод не учитывает азимут трасс, скоростную модель или значения время/глубина волны, которая была смоделирована. Так, в то время как текущие методы достигают существенного улучшения полезных амплитуд, мы думаем, что еще есть возможность усовершенствования методов.

Мы находимся в процессе завершения исследования, которое позволит нам более точно моделировать веса входных трасс. С использованием процесса инверсии и оператора миграции, станет возможной более точная настройка веса входной трассы, чтобы изображение на рисунке 5 стало ровным и гладким. Веса также можно будет немного изменять как функцию время/глубина, в целях моделирования изменения в импульсной характеристике как функции время/глубина. Чем больше мы углубляемся в мигрированную область, тем больше встречается смешанных входных трасс, поэтому веса трассы должны быть отрегулированы.

Ссылки на литературу

Canning, A. and Gardner, G. [1998] Reducing 3D acquisition footprint for 3D DMO and 3D prestack migration. *Geophysics*, 63, 4, 1178-1183.