

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 СПЕКТРАЛЬНО-РАЗНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН В УПРУГИХ СРЕДАХ	8
1.1 Постановка задачи	8
1.2 Метод решения	8
1.2.1 Спектрально-разностный метод	8
1.2.2 Фильтрация (+аппроксимация)	8
2 ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ	9
2.1 Последовательный алгоритм	9
2.2 Параллельный алгоритм	9
2.3 Адаптация и оптимизация под архитектуры	9
3 СРАВНЕНИЕ С КОНЕЧНО-РАЗНОСТНЫМ МЕТОДОМ	10
3.1 Точность решения	10
3.2 Время работы ПО	10
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	11
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	12

ВВЕДЕНИЕ

К числу новых геофизических технологий относится активный вибросейсмический мониторинг, он включает в себя методы по наблюдению и исследованию состояния земной коры по изменению различных характеристик вибросейсмических волн, порожденных некоторым вибрационным источником, и распространяющихся в некоторой среде.

Само исследование процесса распространения упругих волн в неоднородных средах широко используется при вибросейсмическом мониторинге различных геологических объектов. Одним из ярких примеров является работа Глинского Б.М, Ковалевского В.В и др. по изучению грязевого вулкана «Гора Карабетова». (todo reference)

Стоит отметить, что и другие сотрудники Учреждения Российской Академии наук Института вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской Академии наук (ИВМиМГ СО РАН) уже достаточно долго занимаются задачами вибро-сейсмического мониторинга, и имеют уникальный опыт в исследованиях. В этом легко убедиться на примерах работ: (todo reference на работы)

Саму задачу вибро-сейсмического мониторинга следует разделить на 2 больших класса: прямую и обратную. При решении прямой задачи, при заданных параметрах среды, в которой распространяется волна, исследователи ставят своей целью найти параметры распространения волны, например, продольные и поперечные скорости волн. Обратная же задача, ставит своей целью найти параметры среды, в которых распространяется волна порожденная вибро-излучателем, с заранее известными характеристиками, и связи с тем, что реальная область исследования имеет довольно сложный рельеф, который может не позволять поставить площадную систему наблюдения для решения обратной задачи геофизики, обычно решается с помощью набора прямых задач, на основе проведения серии вычислительных экспериментов. (todo reference на работы).

Для решения геофизических задач необходим определенный математический аппарат. В настоящее время в ИВМиМГ СО РАН накоплен опыт в создании алгоритмов и программ для решения таких задач. Однако в связи с большими масштабами реальных задач и необходимостью, в первую очередь,

решать обратную задачу геофизики, через решения набора прямых задач, постоянно возникает необходимость в разработке экономичных с точки зрения используемой памяти и времени вычислений параллельных алгоритмов и программ, позволяющих с приемлемой точностью моделировать распространение упругих волн в неоднородных средах на современных многоядерных вычислительных системах различной архитектуры.

Спектральные методы являются альтернативными по отношению к стандартным конечно-разностным схемам для расчета сейсмических полей. Важным достоинством спектральных методов является высокая скорость сходимости, если решение обладает высокой степенью гладкости. Это позволяет получить хорошую точность взяв всего две-три пространственные гармоники на минимальную длину волны, что значительно меньше, чем при применении конечно-разностного метода второго порядка точности. Таким образом, можно получить экономию памяти вычислительной системы, в сочетании с высокой точностью вычислений.

Далее в работе рассматривается 2D спектрально-разностный метод, основанный на объединении конечно-разностного метода по одной координате и конечного преобразования Фурье по другой. Возникающие при этом суммы типа свертки вычисляются с помощью быстрого преобразования Фурье (БПФ).

При использовании такого подхода для сред с разрывными параметрами возникает явление Гиббса, которое можно устранить, предварительно фильтруя и сглаживая разрывные функции таким образом, что бы получить решение сравнимое с конечно-разностным.

Таким образом, целью работы является разработка спектрально-разностного параллельного алгоритма и программного пакета на его основе для моделирования распространения упругих волн в 2D неоднородных слоистых средах с разрывными параметрами и исследование качества и времени решения по сравнению с конечно-разностным решением аналогичной задачи.

Более строго задачи работы можно сформулировать в виде:

- разработка и оптимизация параллельного программного обеспечения, реализующего спектрально-разностный метод и эффективно использующего современную вычислительную архитектуру;

- исследование времени работы и масштабируемости разработанного ПО в сравнении с уже имеющимися программами, реализующими конечно-разностную схему Верье;
- подбор фильтра и интерполяционного полинома для сглаживания разрывных параметров слоистой среды таким образом, что бы получить поле качественно сравнимое с результатом конечно-разностного решения;

Работа предполагает оригинальное развитие известного спектрально-разностного подхода на основе конечного преобразования Фурье к моделированию упругих волн в неоднородных средах, который может стать альтернативой стандартным конечно-разностным схемам. Отдельно отметим практическую значимость разработки таких подходов в связи с развитием программируемых логических схем (ПЛИС), выполняющих БПФ за минимальное время.

1 СПЕКТРАЛЬНО-РАЗНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН В УПРУГИХ СРЕДАХ

1.1 Постановка задачи

todo

1.2 Метод решения

todo

1.2.1 Спектрально-разностный метод

todo

1.2.2 Фильтрация (+аппроксимация)

todo

2 ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

2.1 Последовательный алгоритм

todo

2.2 Параллельный алгоритм

todo

2.3 Адаптация и оптимизация под архитектуры

todo

3 СРАВНЕНИЕ С КОНЕЧНО-РАЗНОСТНЫМ МЕТОДОМ

3.1 Точность решения

todo

3.2 Время работы ПО

todo

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

todo

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каталог программных продуктов семейства Intel [Электронный ресурс] // Intel Россия URL: <https://intel.com> (дата обращения: 25.04.2020)