

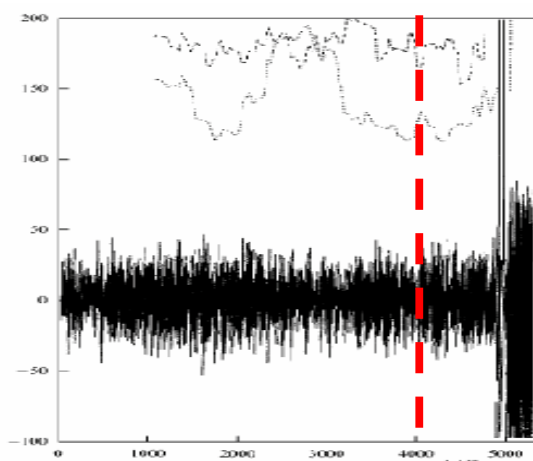
Проект

Разработка детерминистического метода и соответствующего программного обеспечения для решения задач прогнозирования в строительстве и сейсмологии

1. Введение. Задачи прогноза, или экстраполяции являются исключительно важными в различных областях человеческой деятельности: это может быть прогноз природных явлений (землетрясений, цунами, ураганов), прогноз различных событий в технике (отказы двигателей самолетов, разрушение строительных конструкций), в социальной сфере, например, прогнозирование котировок акций или курсов валют, или в строительной индустрии, где важен прогноз цен в расчете на квадратный метр.

Все эти задачи несмотря на их внешнее различие, могут быть описаны математическими моделями, позволяющими связать наблюдаемые и коррелированные явления, предшествующие событию, и само это событие. Например, в случае землетрясений в течение некоторого времени предшествующего землетрясению, в исследуемой зоне наблюдается повышенная сейсмическая активность: происходит изменение амплитуд, иногда и частот колебаний сейсмического фона.

Ниже, на фиг.1, показан график записи некоторых событий (в случае землетрясений -это сейсмограмма), предшествующих катастрофе. Допустим, собраны данные до момента, отмеченного пунктирной линией. Возникает вопрос, можно ли экстраполировать эти данные и предсказать наступление катастрофических событий, изображенных в правой части этого графика? Ответ естественно положительный.



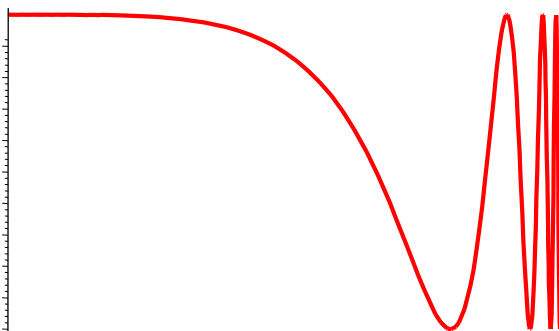
Фиг.1. Сейсмограмма. Землетрясение справа от пунктирной линии.

2. Математический метод. Теперь обратимся к математическим методам, лежащим в основе детерминистического прогноза.

Весьма часто при (детерминистическом) прогнозировании явлений применяют анализ Фурье. По существу, это либо ряды по тригонометрическим функциям, либо

Разработка детерминистического метода и соответствующего программного обеспечения для решения задач прогнозирования в строительстве и сейсмологии

вейвлеты, либо какие-либо другие ортогональные, периодические и полные системы функций. Такие разложения удобны, если исследуемые события отличаются периодичностью с известным периодом. Однако в случае аperiodических процессов (фиг.2), применение анализа Фурье становится практически бессмысленным.



Фиг.2. Пример аperiodического процесса

В качестве альтернативы анализу Фурье для прогнозирования можно использовать различные интерполяционные полиномы. Их преимущество перед анализом Фурье состоит в принципиальной возможности осуществлять экстраполяцию аperiodических процессов. При этом, естественно, что для надежной экстраполяции необходимо удерживать достаточно большое число интерполяционных точек. Так, например, если для процесса изображенного на фиг.2, получение достаточно надежной и пролонгированной экстраполяции требует около 50 интерполяционных точек, то для процесса на фиг.1 количество интерполяционных точек измеряется тысячами, также тысячами исчисляется и порядок соответствующего интерполяционного полинома.

С точки зрения вычислительной математики проблема построения интерполяционного полинома столь высокого порядка представляется почти невозможной. Дело в том, что для проведения операций с такими полиномами требуется переход к арифметике сверхвысокой точности, т.е. участвующие в арифметических операциях числа должны иметь мантиссу, исчисляемую тысячами десятичных разрядов. Хотя имеется немало коммерческих программных комплексов, имеющих в своем активе арифметику высокой точности, например Maple, Mathematica, MatLab, MuPad, для проведения реальных вычислений они не годятся, - скорость выполнения основных операций арифметики высокой точности в этих программных комплексах оказывается столь низкой, что результаты прогноза скорее всего будут получены уже после завершения прогнозируемого события.

Скорость выполнения операций арифметики высокой точности существенно возрастает, если перейти к специализированным пакетам, ориентированным на такого рода вычисления. Один из наиболее быстрых и эффективных пакетов - MPC разработан в NASA (Dr.D.Bailey). Известны и другие специализированные пакеты, реализующие арифметику повышенной точности, примером могут служить программные комплексы, разработанные в Мельбурнском университете (Prof. K.Briggs) и в Национальном университете Австралии (Prof. R.Brent). Фактически, все эти пакеты представляют собой надстройку над языками высокого уровня (Fortran, C++, Delphi), позволяющую перетранслировать соответствующие программы в объектные коды, реализующие арифметику высокой точности.

Разработка детерминистического метода и соответствующего программного обеспечения для решения задач прогнозирования в строительстве и сейсмологии

По результатам решения различных тестовых задач скорость выполнения операций при использовании пакета МРС возрастает в 100 и более раз, если сравнивать МРС с такими программными комплексами, как Maple и Mathematica. Близкие результаты достигаются и при использовании специализированных пакетов, разработанных Бриггсом и Brentом. Кроме того, применение специализированных пакетов, в том числе и МРС, позволяет использовать мультипроцессорную обработку, что способствует повышению эффективной скорости вычислений.

3. Продолжительность работ и практический выход. Предполагается, что работы по проекту могут быть завершены в течение двух лет. За этот период планируется:

- разработать математический алгоритм;
- представить реализацию алгоритма в виде соответствующего коммерческого продукта: программного комплекса по детерминистическому прогнозированию;
- с помощью программного комплекса провести научные исследования по прогнозированию событий в строительной индустрии и сейсмологии

4. Бюджет. Ориентировочный бюджет **9,700,000 руб.**, включая приобретение компьютерного оборудования, лицензий на специализированное программное обеспечение и фонд заработной платы участников проекта.