

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

А. А. Мусаев (Санкт-Петербург)

Современная прикладная математика предоставляет разработчикам систем автоматизированного управления обширный арсенал эффективных математических моделей, используемых для решения задач оценивания, идентификации, распознавания, прогнозирования и т.п.

В частности, широко применяются методы статистической обработки данных – параметрического оценивания, проверки гипотез, многомерного статистического анализа. Среди современных технологий компьютерной математики следует указать алгоритмы искусственных нейронных сетей, генетические алгоритмы, эволюционные методы и другие. Указанные модели относятся к общей методологии Data Mining и широко используются при решении задач поддержки принятия решения и оптимизации процессов управления.

Однако непосредственное применение существующих математических моделей и отвечающих им программных средств сопряжено с существенными трудностями. Проблема состоит в несоответствии статистической и динамической структур исходных данных (результатов мониторинга) совокупности ограничений, гарантирующих сохранение функциональной эффективности используемых математических моделей.

Как правило, результаты мониторинга образуют нестационарные нелинейные временные ряды, содержащие как систематические погрешности, так и случайные ошибки. При этом статистические характеристики погрешностей измерений заранее неизвестны и эволюционируют во времени. В результате этого прямое применение математических моделей в конкретных задачах мониторинга и управления часто приводит к существенному снижению точности оценки состояния объектов управления, уменьшению достоверности прогноза и эффективности формируемых решений. Возникает необходимость в периодической перенастройке и отладке алгоритмов управления и соответствующего программного обеспечения. При этом значительно возрастают сроки разработки и внедрения программно-алгоритмических средств управления.

Перечисленные проблемы указывают на актуальность создания специализированного программного комплекса (ПК), ориентированного на процессы автоматизированной отладки, испытаний и верификации имитационных моделей, используемых в качестве основы для разработки современных средств управления сложными динамическими системами. При этом предполагается, что разрабатываемый системный комплекс будет содержать базы знаний типовых математических моделей, используемых в задачах мониторинга и управления, как произвольной, так и пониженной размерности ($n = 2 \dots 3$), что позволяет визуализировать реакцию указанных моделей на различные типы возмущающих воздействий.

Вариант построения программного комплекса испытания, отладки и верификации математических моделей (ИОВ ММ) представлен на рис. 1.

В основу разрабатываемого программного комплекса ИОВ ММ положены средства тестирования классов математических моделей, базирующихся на статистическом и кибернетическом подходах.

Класс статистических моделей включает в себя множество моделей, основанных на методах корреляционного, регрессионного, дискриминантного и компонентного анализа, а также на алгоритмах сплайн-аппроксимации.

Класс кибернетических моделей включает в себя множество моделей виртуального анализа и прогнозирования, основанные на технологиях Data Mining (нейронные сети, генетические алгоритмы, метод группового учета аргументов, нечеткая логика и др.).

Формирование частных возмущений осуществляется специализированным блоком, позволяющим, совместно с блоком автоматизированного анализа качества функционирования модели, заранее получить сведения об устойчивости той или иной модели к различным типам вариаций параметров и структуры входных данных.

Адекватность тестовых сигналов реальным процессам, примеры которых хранятся в соответствующей БД комплекса, проверяется на основе использования статистических метрик и критериев согласия.



Рис 1. Вариант построения программного комплекса ИОВ ММ

ПК ИОВ ММ состоит из следующих модулей:

- БЗ математических моделей, включающая в себя базовые математические модели и программы их параметрической идентификации (программы регрессионной зависимости, дискриминантного анализа, компонентного анализа, сплайн-аппроксимации, нейросетевой модели с обратным распространением ошибки, на основе карт Кохонена, эволюционная модель, генетические алгоритмы и др.);

- программный модуль генерации имитационных сигналов, содержащий программные генераторы случайных величин с различными законами распределения, зависимых случайных величин с заданными корреляционными структурами, случайных последовательностей с трендами полиномиального и колебательного типов, нелинейных последовательностей, содержащих странные аттракторы и др.;

– блок анализа данных, включающий в себя подсистемы дескриптивной статистики, анализа трендов, анализа распределения данных, исследования других свойств последовательностей.

– базу данных реальных данных и документальный архив для хранения результатов и необходимых документов.

Управление комплексом ИОВ ММ осуществляется через специально разработанный программный графический интерфейс, позволяющий обеспечить необходимые взаимодействия с другими подсистемами программного комплекса.

Подсистемы комплекса имеют возможность оперативного взаимодействия с подсистемами Office 2000 (MS Excel, MS Access, MS Word) и MatLAB 6/5.

Создаваемое приложение является web-ориентированным. Программная архитектура проекта содержит обобщающие абстрактные структуры данных для реализаций математических моделей и генераторов случайных последовательностей.

Программный комплекс является унифицированным изделием и пригоден для использования в любых предметных областях, связанных с разработкой и применением математических моделей сложных динамических систем.