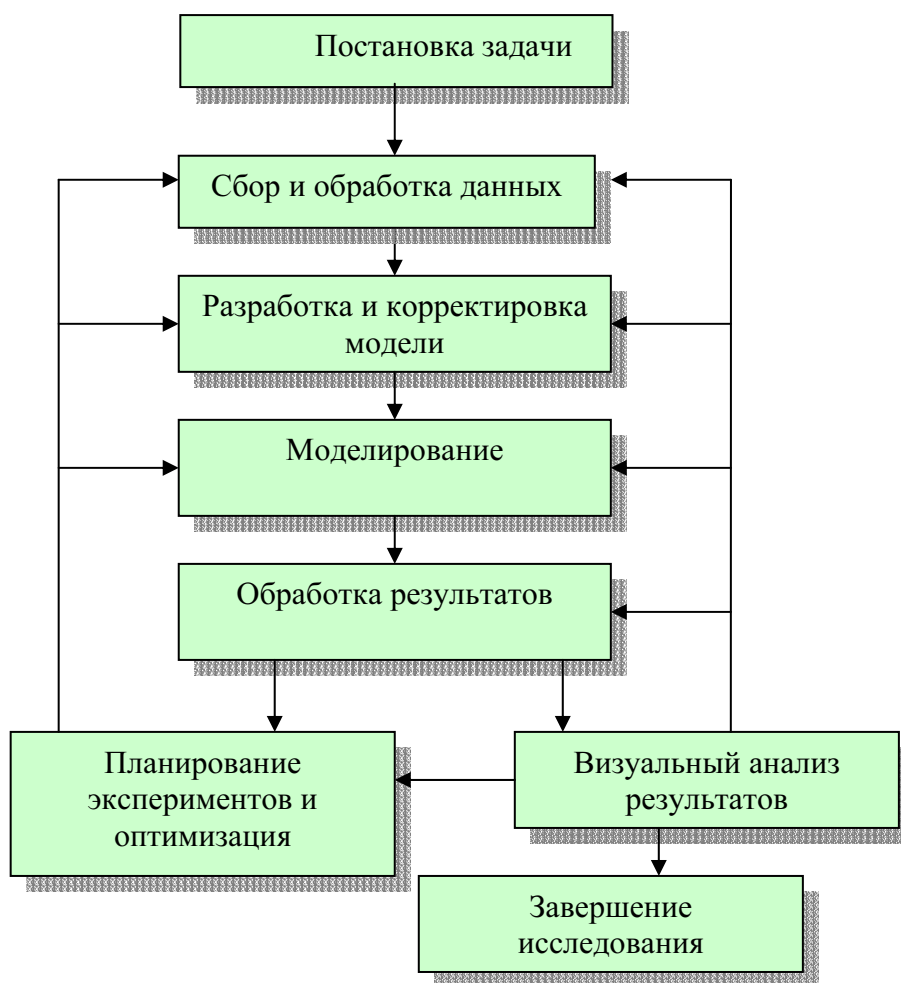


РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЙ В СРЕДЕ GPSS WORLD

В. В. Девятков (Казань)

Инструментальные средства исследования сложных дискретных систем, как впрочем и все информационные технологии, непрерывно развиваются и совершенствуются. Сейчас для внедрения имитационного моделирования (далее ИМ) в практические исследования недостаточно просто написать модель на одном из языков ИМ и передать ее пользователю. Обязательным условием ее реального внедрения является то, насколько органично и полно она вписана в технологический процесс имитационного исследования. Обеспечены ли методически и программно все этапы исследования – от сбора и обработки статистической информации до анализа результатов. Причем весь интерфейс, информационное и функциональное наполнение должны быть максимально приближены к проблемной области исследования. Таким образом, сейчас необходима разработка приложений, обеспечивающих полномасштабное имитационное исследование в той или иной области в рамках одной программной системы.

Наиболее подробно этапы ИМ были описаны Нейлором. Мы рассмотрим эти этапы в более обобщенном виде:



Возможно и другое разбиение на этапы или отличное от данной трактовка их содержание. Целью статьи не является детальное описание этапов, а лишь констатация их наличия и выделение того, что наступил момент, когда мы практически приближи-

лись – технически, технологически и программно к возможности реализации этих этапов в рамках одного программного комплекса.

По этому пути давно и достаточно успешно идут разработчики известных коммерческих симуляторов и современных языков ИМ. Например, в симуляторе eMPlant, системах AUTOMOD, ARENA, AnyLogic и т.д. уже реализован ряд поддающихся формализации и наиболее критичных, с точки зрения трудоемкости, этапов ИМ.

Это применение визуализации на этапах конструирования, разработки и отладки модели, а также при анализе результатов. Активно используется иерархический подход для формализованного описания структуры и логики моделируемой системы. Также используются технологии реляционных баз данных при хранении и обработке данных об имитационном проекте и т. д. Но даже в таких мощных симуляторах некоторые этапы ИМ пока не охвачены.

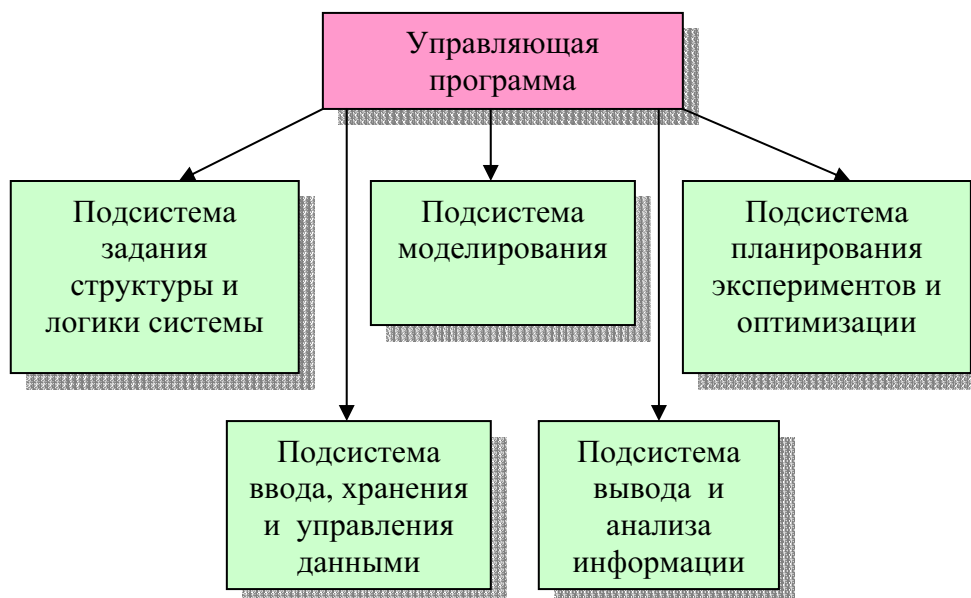
Достаточно сложно и, наверное, невозможно сделать симулятор универсальным для всех дискретных систем. Потому что всегда находятся нюансы и особенности, и для каждого конкретного приложения требуются уникальные доработки.

Но в то же время можно существенно обобщить порядок и форму взаимодействия исследователя с системой. Причем не нужно для этого каждому разработчику «изобретать велосипед» и для решения каждой задачи создавать собственную программу. Существует множество уникальных, проверенных временем и практикой разработок для каждого этапа ИМ. Применение уже готовых программных продуктов (или их компонент) позволит существенно снизить стоимость разработки, увеличить доверие исследователя к ней и повысить мощность и эффективность имитационного исследования в целом.

Хотя и сложно технически объединить самостоятельные программные продукты, например, обработки статистики, имитационного моделирования, планирования экспериментов, оптимизации и анимации – в единый и эффективный программный комплекс. Еще сложнее добиться объединения программных продуктов от различных разработчиков и обеспечить разумное сочетание их экономических интересов, авторских прав и стоимости интегрированного продукта. Обычно разработчики обходят эти сложности за счет разработки собственных компонент, порой в ущерб функциональности. Можно привести только единичные примеры, когда разработчик успешно использовал программные продукты сторонних фирм. Например, это использование системы анимации ProofAnimaton в системе ИМ ARENA.

В нашей компании в течение трех последних лет активно ведутся работы в данном направлении. К сожалению, мощные и эффективные коммерческие симуляторы доступны достаточно ограниченному количеству потенциальных пользователей имитационных технологий, в силу своей высокой цены – от \$50000 и выше. Поэтому была поставлена цель – разработать технологию имитационных исследований на базе широко используемых и достаточно доступных по цене программных продуктов с возможностями собственной доработки недостающих компонент. Итоговая стоимость использования такой технологии в конкретных приложениях, включая лицензионное программное обеспечение, не должна превышать \$15000-25000.

В целом структуру программного комплекса имитационных исследований в самом общем виде можно изобразить следующим образом:



В настоящее время у нас имеется практический опыт реализации подобных программных комплексов для различных приложений. Например, для исследования сборочных производств, систем коллективной обработки данных высокой доступности, организации WEB-служб предприятий и т. д. В каждой конкретной реализации есть множество особенностей, прежде всего, в плане интерфейса и данных. Но в то же время можно выделить и множество общих для всех моментов.

Управляющая программа. Это основная программа комплекса. Основное ее назначение – объединение всех других программных компонент в единый программный комплекс, обеспечение универсального подхода к языку диалога системы, реализация первого уровня диалога – справочно-информационного и интеграционного, возможность перехода на любой из этапов исследования. Визуально интерфейс с программой индивидуален для каждой реализации. Это диктуется сутью проблемы исследования, сложившейся терминологией, особыми требованиями Заказчика. Управляющая программа может быть реализована на любом общецелевом языке программирования. Для каждого приложения она уникальна. Но опыт показывает, что при ее реализации существует много общих методических и программных приемов. Это и единый подход к технологии ИМ, и стандартная реализация элементов диалога – окна, меню, скроллинг и т.д.. Поэтому ряд программных компонент могут быть использоваться во многих приложениях.

Подсистема задания структуры и логики системы. Реализует этапы постановки задачи, ее формализации и задание структуры и логики системы системе. Учитывая современное состояние и возможности интерактивных технологий и вследствие этого большие ожидания пользователей, данная программа должна обеспечивать высокий уровень визуализации и графики. Для более полного описания требуется реализация трех форм (уровней) представления структуры и логики: абстрактно-математический (условные обозначения элементов), на базе типовых 2D-объектов, на базе типовых 3D-объектов. Можно в ее качестве использовать уже готовые системы визуализации. Мы провели самостоятельную разработку и создали визуальную систему моделирования (VSM). Графические компоненты данной системы достаточно универсальны и при минимальных усилиях позволяют охватить широкий круг приложений.

Подсистема ввода, хранения и управления данными. Это специализированная база данных, в которой все данные объединены в проекты. Они содержат: общие сведения о системе: ее структуру и логику; данные о конфигурации и параметрах системы, планы экспериментов и результаты их реализации. Для каждой модели и пользователя – свой проект. Здесь также много общих моментов и типовых операций и, естественно, идентичных фрагментов программ. Это существенно ускоряет создание новых приложений. Для реализации функций статистической обработки данных можно в качестве готовой компоненты использовать любую систему статистической обработки, в частности, ППП СТАТИСТИКА. В разработанных нами приложениях для ввода данных в модель мы использовали соответствующие компоненты VSM. Логика создания и хранения данных о проектах реализуется в виде реляционной СУБД. Пока получены опытные результаты. Нарботка общих методов и программных решений в данной подсистеме продолжается.

Подсистема моделирования. В качестве моделирующего ядра (подсистемы моделирования) нами выбран язык GPSS World. Мы считаем его одним из наиболее мощных и проверенных временем языков ИМ и чрезвычайно популярным в мире. Современная версия GPSS World имеет большое количество возможностей интерфейса с другими языками и системами программирования. Например, процедуры динамического вызова, операторы обработки входных и выходных файловых потоков данных, возможности встроенного в GPSS языка PLUS. В состав подсистемы, кроме моделирующего ядра, должен входить генератор моделей. Принцип его работы в первых реализациях представляет собой создание кода GPSS для автоматического и корректного объединения шаблонов моделей в соответствии с выбранной пользователем структурой и введенными параметрами. Пользователю предоставляется возможность ручной доработки моделей. Функции генератора моделей также реализованы в VSM. Простые и понятные настройки, возможности встроенного языка PascalScript, библиотека ранее наработанных шаблонов позволяют эффективно использовать во многих приложениях.

Подсистема вывода и анализа информации. Возможно три способа вывода результатов имитации – табличный, графический и анимированный. Для табличного представления данных разработан универсальный конвертор стандартных отчетов GPSS. Для построения графиков, в рамках единой концепции диалога и дизайна, использовался богатый набор стандартных компонент Дельфи. Анимация результатов в формате 2D осуществлялась с помощью системы Flash MX и языка Action Script, входящего в ее состав. Для 3-D анимации используются модели, разработанные в системах 3-D Max и VRML представлении. Работы в данном направлении еще не вышли на «промышленное» применение.

Подсистема планирования экспериментов и оптимизации. В настоящее время мы используем как процедуры GPSS World по планированию эксперимента и оптимизации, так и программы собственной разработки. Например, по задаваемому количеству факторов они генерирует планы: полного факторного эксперимента; дробного факторного эксперимента. Которые, в свою очередь, позволят представить результаты моделирования степенными полиномами первого порядка. Ортогональные композиционные планы позволяют представить результаты моделирования полиномами второго порядка.

Примером практического применения вышеизложенной технологии могут служить разработанные нашей компанией приложения: имитационное моделирование сборочного производства персональных компьютеров; моделирование WEB служб; анализ функционирования коллективных центров обработки информации и др. Ниже приведены примеры изображений при работе с этими приложениями.

