

ИНТЕГРАЦИЯ И КОНВЕРГЕНЦИЯ СИСТЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ. КОНЦЕПЦИЯ SIE-МОДЕЛИРОВАНИЯ

Филиппович А.Ю.
(МГТУ им. Н.Э.Баумана, г. Москва)

Рассматриваются вопросы создания подсистемы моделирования ситуационных центров. Описывается концепция ситуационно-имитационно-экспертного моделирования (SIE-моделирования). Раскрываются особенности архитектуры SIE-модели

Введение. Ключевой задачей всех ситуационных центров (СЦ) является моделирование предметной области. В зависимости от трактовки задач СЦ и сложности его реализации формируются требования к моделям и средствам работы с ними. В простейшем случае СЦ решают задачи консолидации и визуализации многочисленных разнородных исходных данных с помощью аппаратно-программных комплексов, для которых используются различные модели Data Mining (DM), средства бизнес-аналитики (BI), методы индикационного анализа (KPI, BSC) и специализированные технические решения. Для более сложных систем дополнительно требуется интерпретация, анализ и прогнозирование ситуаций на основе имеющихся данных и возможных вариантах их изменения, поэтому в них за основу берутся более сложные модели динамического ситуационного, имитационного, экспертного представления.

Важной и значимой тенденцией современных информационных систем и технологий является процесс интеграции и конвергенции различных подходов, программных сред и технических решений. Для области информационно-аналитических систем это направление играет особую роль¹, т.к. СЦ по своей структуре и назначению изначально выступают интеграторами. Можно предположить, что создание интегрированной системы

моделирования СЦ станет основной и наиболее трудоемкой задачей в этой области на ближайшие 5-10 лет.

Специфика интеграционных и конвергентных процессов сильно зависит от их масштаба, который варьируется от мельчайших (нано) задач ситуационного анализа до всеобъемлющего (эко) моделирования информационной среды, и принадлежности к одному из четырех основных уровней СЦ². Для дальнейшего рассмотрения выбран научно-математический уровень СЦ, (который представляет собой совокупность научных теорий, методов, алгоритмов, исследований и разработок, необходимых для реализации инженерного, программного и технического уровней) и масштаб вопросов создания интегрированной системы моделирования.

Интегрированное моделирование. Прежде, чем перейти к формулированию основных положений интегрированного моделирования, необходимо уточнить понятия интеграции и конвергенции применительно к информационным системам. Интеграция и конвергенция систем имеют общие цели, но различаются по своим подходам. В первом случае системы объединяются, сохраняя свою самостоятельность, а во втором – они как бы сливаются и становятся неразделимым целым.

Интеграция, как правило, бывает двух типов: взаимодополняющая, когда системы не имеют

¹ Филиппович А.Ю. Интеграция и конвергенция методов моделирования информационно-аналитических систем для решения задач управления знаниями // Тезисы доклада на конференции "Ситуационные центры. Методы. Решения. Реализация", 2007.

² Филиппович А.Ю. Ситуационные центры: определения, структура и классификация // PCWeek/RE N26(392), М., 15-21 июля 2003 г. с.21-22.

общих функций, и взаимозаменяющая, когда системы могут решать одни и те же задачи. На практике интеграция носит смешанный характер, т.е. имеются как дополняющие, так и заменяющие друг друга модули или задачи. При интеграции систем необходимо реализовать логику и интерфейс взаимодействия, а также разработать процедуру выбора среди конкурирующих систем, сервисов или в случае параллельного решения – полученных результатов. Примерами интеграционных платформ являются решения на базе сервисно-ориентированной архитектуры SOA и модели асинхронного взаимодействия на базе событий EDA³.

Конвергенция систем подразумевает их универсализацию за счет объединения общих компонент, расширения их функций и возможной интерпретации. Конвергенция исключает возможность выполнения компонентами системы одних и тех же задач различными способами, но допускает распараллеливание работы по единому принципу или этапам обработки информации. Например, после поглощения компаниями Oracle, IBM и SAP компаний Huregion, Cognos и Business Objects соответственно на рынке появился ряд принципиально новых продуктов в области BI и DM, которые удалось создать благодаря интеграции и конвергенции лучших возможностей предыдущих продуктов этих компаний.

Интеграция и конвергенция информационных систем моделирования может быть построена на различных принципах и технологиях, например, на базе уже упомянутой сервисно-ориентированной архитектуре, однако наибольшая эффективность может быть достигнута за счет интеграции не только сервисов, но и математических моделей, лежащих в их основе.

³ Голосов А.О., Полотнюк И.С., Филиппович А.Ю. Информационные технологии в образовании: преимущества интеграционного подхода // Проблемы теории и практики управления — 2006. - №8. — с.64-68.

Теория SIE-моделирования. В качестве научно-методической базы для комплексной интеграции-конвергенции систем моделирования предлагается использовать теорию ситуационно-имитационно-экспертного (SIE) моделирования. Впервые концепция SIE-моделирования была предложена более шести лет назад⁴, содержала набор методов и рекомендаций по интеграции фиксированного набора моделей и систем. В настоящее время она получила развитие в ряде научных и практических разработок, а ее принципы стали основой для формирования научно-технической методологии.

Основопологающим принципом SIE-моделирования является гипотеза о возможности представления мыслительной деятельности лица, принимающего решение (ЛПР), с помощью трех типов моделей (и систем):

- *Экспертная модель (экспертная система)* содержит формализованное описание накопленного экспертом опыта по решению различных задач в предметной области и позволяет моделировать его рассуждения.
- *Имитационная модель (система имитационного моделирования)* позволяет обеспечить эффективное принятие решения в тех случаях, когда возникают новые ситуации и накопленного опыта недостаточно. ЛПР, используя знание предметной области, ее структуры и взаимосвязи, оценивает с помощью мысленного, натурального или компьютерного моделирования возможные варианты решений и их последствия. Полученные таким образом знания проверяются и апробируются, после чего переходят в разряд экспертного опыта.
- *Ситуационная модель (система ситуационного моделирования)* используется в тех случаях, когда количество данных о предметной области слишком велико и не

⁴ Филиппович А.Ю. Интеграция систем ситуационного, имитационного и экспертного моделирования. – М.: Изд-во "ООО Эликс+", 2003. – 300 с. (см. также www.philippovich.ru)

позволяет применять напрямую другие модели. ЛПР для преодоления этой проблемы производит обобщение, классификацию, выявляет зависимости в исходных данных, уменьшает их размерность и тем самым обеспечивает эффективную работу.

Важно отметить, что такое представление является достаточно полным, т.к., во-первых, позволяет смоделировать все основные предметы реального мира – объекты, связи между ними, процессы, явления и ситуации. Во-вторых, SIE-модель позволяет моделировать в искусственной среде все высшие формы поведения животных и человека⁵:

- *Индивидуально-изменчивое поведение*, которое позволяет синтезировать разнородную поступающую информацию, обеспечивая эффективную работу в системах большой размерности, соответствует основным функциям систем ситуационного моделирования.
- *Интеллектуальное поведение*, которое позволяет производить обобщение, выявлять неочевидные зависимости в исходных данных, осуществлять накопление знаний и обучение, может быть соотнесено с ключевыми функциями экспертных систем.
- *Сознательное поведение*, которое ориентируется на предвидение будущего, соотнося каждый факт поведения с другими возможными актами, очевидным образом перекликается с принципами организации систем имитационного моделирования.



⁵ Лурия А.Р. Лекции по общей психологии: Эволюционное введение в психологию (по материалам лекций, прочитанных на факультете психологии МГУ). www.psychology.ru

Рис.1. Модель сознательного поведения

На Рис.1. схематично представлена наиболее сложная форма поведения человека, которое включает в себя операции синтеза информации, анализа взаимосвязей и прогнозирования последствий. Вместе с тем следует отметить, что проецирование форм поведения на различные модели не является однозначным, точно так же, как и функции различных систем моделирования могут пересекаться. Это еще раз подчеркивает интегрированный характер мыслительных процессов во время принятия решений и создает основу для конвергенции.

Аспекты и уровни SIE-модели.

Использование интегрированного подхода к моделированию требует *мультиаспектного* представления предметной области. Количество аспектов (ракурсов, срезов, слоев, проекций) зависит от конкретного набора используемых моделей, типов рассматриваемых объектов и степени детализации.

Например, в одном из наиболее полных подходов к описанию бизнес-систем – модели Захмана – используется двумерное (табличное) представление аспектов, где для каждой точки зрения (фрагмента предметной области или этапа жизненного цикла) определяются ракурсы: *Кто (люди), Что (данные), Как (функции), Где (сеть), Когда (время), Зачем (мотивация)*. Дополнительно к указанным добавляют ракурсы: *Сколько стоит (цена) и Правила оценивания (показатели)*. Похожий подход реализуется в рамках методологии ARIS, где выделяются четыре укрупненных группы моделей: организационная, функциональная, управленческая и данных, а для описания показателей используется BSC-модель. В области динамического моделирования примерами могут служить такие передовые разработки как SLX

(Wolverine Software), AnyLogic (XJ Technologies) и BPSim⁶.

SIE-модель с момента создания претерпела несколько изменений, перейдя от уровневой к аспектно-уровневой структуре. В настоящее время она содержит пять основных аспектов-ракурсов: *структурный, процессный, информационный, экспертный и ситуационный*. Модели во всех ракурсах могут быть детализированы или консолидированы на различном уровне представления.

В *структурном ракурсе* задается статическая архитектура системы, где указываются все имеющиеся объекты, субъекты и связи между ними. В зависимости от типа моделируемой системы могут быть использованы *организационные* (например, как в ARIS) и *агрегатные* (в терминологии Бусленко), описания. Особое внимание уделяется моделированию субъектов, для которых возможно представление в качестве:

- *интеллектуального ресурса*, который необходим для обработки транзакта на обслуживающем устройстве (ОУ).
- *активного динамического объекта*, который может работать на нескольких ОУ с различной производительностью.
- *интеллектуального агента*, который может взаимодействовать с другими агентами, изменять модель, брать на себя функции принятия решения⁷.

Процессный ракурс предназначен для описания динамической архитектуры системы (технологических, информационных и бизнес процессов) с помощью процессов и событий. В общем случае можно использовать

специализированные языки, акцентирующие внимание либо на событиях (например, сеть Петри), либо на процессах (например, алгебра процессов PEPA), однако опыт показывает преимущество смешанного подхода, примером которого является модель EPC (Event-process chain).

Информационный ракурс предназначен для хранения информации об основных артефактах (документах, программных продуктах, сырье и т.д.), основных элементах SIE-модели, их вложенной структуре, функциях и сервисах. В качестве базового представления может быть использован объектно-ориентированный или фреймворк на базе подмножества языка UML. При динамическом моделировании информационный ракурс выполняет функции сервисной шины (ESB) и хранилища данных о текущем состоянии системы, собирая статистические данные для поддержки принятия решений.

Экспертный ракурс представляет собой базу знаний, в которой хранятся инструкции программ-селекторов, правила вывода и преобразования в модели с использованием методов инженерии знаний. Кроме того, в БЗ размещаются модели Data Mining и правила агрегирования данных в различных ракурсах. Экспертный и информационный ракурс дополняют друг друга, обеспечивая интеграцию процедурных и декларативных знаний соответственно.

Ситуационный ракурс предназначен для укрупненного моделирования и анализа системы. В хорошо формализованных областях управления бизнесом ракурс должен быть построен на системах класса BSC, Tableau de Board и иерархической системе ключевых показателей эффективности (KPI), которые определяются на основе метрик и свойств объектов, определенных в процессном и структурном ракурсах соответственно.

⁶ Аксенов К.А., Гончарова Н.В. Динамическое моделирование мультиагентных процессов преобразования ресурсов // Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. 311 с.

⁷ Текущая версия SIE-модели предназначена для описания простейших мультиагентных сред и не позволяет, например, осуществлять моделирование свободного перемещения агентов в трехмерном пространстве.

Для слабоформализованных предметных областей формирование итоговых оценок должно осуществляться на базе ситуационного подхода. Он основан на использовании специальных элементов, описывающих микроситуации конкретных объектов и процессов, применении экспертных систем и инструментов ДМ для определения макроситуаций. Таким образом, ситуационный ракурс может стать основой

построение систем класса ВАР (Business activity management), осуществляющих мониторинга технологических, информационных и бизнес процессов предприятия в оперативном режиме.

Более подробную информацию о SIE-моделировании и текущих разработках можно узнать из публикаций и форума, представленных в рамках научно-образовательного кластера CLAIM (www.philippovich.ru).