

показать, что $w_n \rightarrow 0$, $n \rightarrow \infty$. Таким образом, $\Pi(A)x_n \rightarrow x^*$. Отсюда $x_n = P(A)x_n + \Pi(A)x_n \rightarrow P(A)x_0 + x^*$. Теорема доказана.

Замечание. Так как $x_0 = 0$, то $x_n \rightarrow x^*$, т. е. неявный итерационный процесс (1) сходится к нормальному решению, т. е. к решению с минимальной нормой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bialy, H. Iterative Behandlung Linearer Funktionsgleichungen / H. Bialy // Arch. Ration. Mech. and Anal. – 1959. – Vol. 4, № 2. – P. 166–176.

Г. Л. МУРАВЬЕВ, С. В. МУХОВ, В. И. ХВЕЩУК

БрГТУ (г. Брест, Беларусь)

К РАЗРАБОТКЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

В практике проектирования специализированного ПО с повышенными требованиями к степени надежности проектных решений, срокам и стоимости разработки требуются особые подходы. Наиболее перспективны подходы [1–4]:

- базирующиеся на переносе акцента в разработке проектов на более высокий, абстрактный (системный) уровень описания с использованием соответствующих высокоуровневых спецификаций;
- сочетаемые с эволюционным, итеративным прототипированием базовых проектных решений, методом «расширения ядра»;
- использующие библиотеки готовых, верифицированных проектных решений, каркасное проектирование и программирование, паттерны, библиотечные иерархии классов (при работе в объектно-ориентированных технологиях) и т. д.;
- на базе порождающих технологий, позволяющие генерировать проектные спецификации из библиотек верифицированных решений, шаблонов и т. д.

Перечисленное соответствует направлению, которое первоначально культивировалось в области автоматизации проектирования аппаратных средств, в САПР БИС, СБИС. В части классического программирования – это проектирование в CASE-системах, например, в стандарте UML, с возможностью автоматической генерации каркасов программ в терминах выбранного языка и парадигмы программирования.

Здесь рассматривается подход и средства для организации разработки специализированного программного обеспечения по исходным спецификациям поведенческого уровня.

Это специализированное ПО систем для работы с исполнимыми спецификациями, программными моделями и т. д. Например, в системах автоматизации проектирования аппаратных средств, имитации процессов, в составе соответствующих проектных процедур. В системах обучения проектированию, программированию, моделированию, где требования к эффективности использования ресурсов ослаблены, а потребность в исполнимости и контролируемости принимаемых обучаемым решений повышена.

Это проектирование ПО информационных систем, базирующихся на интенсивном использовании баз данных и отличающихся преимущественно типовой обработкой данных. Сюда попадает широкий круг систем экономического назначения, использующих табличные, реляционные представления обрабатываемых данных.

Необходимое качество исполнимых спецификаций, как правило, обеспечивается:

- использованием высокоуровневых, поведенческих спецификаций проекта, предоставлением проектировщику возможности работать на понятийном уровне, в рамках и терминах привычной предметной области;
- применением метапрограммирования, шаблонов, автоматическим построением модельных, проектных спецификаций путем анализа высокоуровневых спецификаций и обработки их по заранее установленным правилам с использованием готовых процедур, библиотек и шаблонов функций, поддерживающих все этапы разработки;
- выбором в качестве средств внутреннего представления спецификаций проектов высокоуровневых алгоритмических языков с развитым инструментарием и эффективными трансляторами.

При этом уменьшение размерности исходных описаний проектов обеспечивает дополнительные возможности для оценки их корректности как путем моделирования самих спецификаций (в том числе и на алгоритмическом уровне), так и посредством формального доказательства их корректности. Кроме того, проблемы верификации проектов переносятся в область верификации процедур синтеза и спецификаций проекта. Это позволяет снижать сложность решаемых задач, ослабить ограничения на объем проектируемой аппаратуры, что актуально при разработке цифровой техники и т. п.

Соответственно указанные подходы требуют разработки и использования аппарата понятийных (концептуальных) моделей, настроенных на предметную область и определяющих множество ее объектов – компонентных моделей и отношений между ними. Это является основой инструментария как для спецификации проектируемой системы, так и последующей генерации программных кодов по заранее верифицированным процедурам.

Исполнимость спецификаций предполагает формализованное построение языка спецификации и наличие «исполнителя» – соответствующей программной поддержки генерации загрузочных кодов либо интерпретации спецификаций.

Инструментально средства разработки могут строиться как совокупность информационного обеспечения (это библиотеки описаний проектов и ЯВУ-описаний проектов) и программного обеспечения. Последнее включает подсистемы первичной обработки описаний и генерации исполнимых спецификаций. Кроме этого, система должна обеспечивать необходимую информационную поддержку с учетом иерархичности проектов, степени их детализации и версий описания.

Опыт использования указанных подходов для построения средств обучения разработке и проектированию программ, обучения имитационному моделированию применительно к системам проектирования со входным языком VHDL для производственных систем приведен в [5–8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов, С.А. Технологии разработки программного обеспечения / С.А. Орлов. – СПб.: Питер, 2004. – 527 с.
2. Липаев, В.В. Программная инженерия. Методологические основы: учеб. / В.В. Липаев; Гос. ун-т – Высшая школа экономики. – М.: ТЕИС, 2006. – 608 с.
3. Маклаков, С.В. Создание информационных систем с AllFusion Modeling Suite / С.В. Маклаков. – М: ДИАЛОГ-МИФИ, 2005. – 432 с.
4. Мяцяшек, Л.А. Анализ требований и проектирование систем. Разработка информационных систем с использованием UML / Л.А. Мяцяшек, пер. с англ. – М: Издательский дом «Вильямс», 2002. – 432 с.
5. Муравьев, Г.Л. Автоматизация обучения алгоритмизации и программированию / Г.Л. Муравьев, С.В. Мухов // Вести ИСЗ. – 2004. – № 3. – С. 24–29.
6. Муравьев, Г.Л. Компьютерная генерация спецификаций сетевых архитектур заданной сложности / Г.Л. Муравьев, А.Н. Никонюк, В.И. Хвещук // Технологии информатизации и управления: сб. науч. ст. 2-й междунар. научно-практ. конф. (ТИМ-2011), Минск, 2011. – С. 50–53.
7. Муравьев, Г.Л. Построение моделей по описаниям, согласованным с процессным способом моделирования / Г.Л. Муравьев, В.И. Хвещук // Современные информационные компьютерные технологии mcIT-2008: сб. научн. ст., Гродно: ГрГУ, 2008. – Ч. 2. – С. 235–238.
8. Мухов, С.В. Типизация моделей для обработки баз данных как основа надежности программного продукта / С.В. Мухов, Г.Л. Муравьев, Ю.П. Ашаев // Информационные системы и технологии IST'2010: материалы 6 Междунар. конф., Минск, 2010. – С. 360–364.

Г. Л. МУРАВЬЕВ, А. С. РЫЩУК

БрГТУ (г. Брест, Беларусь)

О ПОСТРОЕНИИ WEB-СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Существует большой класс систем обработки информации в оперативном режиме (СОО). Например, системы класса OLTP для он-лайн обработки транзакций. Они характеризуются наличием независимых потоков запросов, отличающихся случайным поведением. Их организация должна обеспечивать нужное качество обслуживания в условиях непредсказуемого колебания загрузки вычислительных средств от слабой до «пиковой». Среди них можно выделить вид, предназначенный для оперативного управления (диспетчирования) ограниченным набором обслуживающих ресурсов по запросам внешних пользователей. Например, системы поддержки диспетчеров разнообразных экстренных служб.

Их существенные особенности:

- массовость и территориальная распределенность пользователей;
 - повышенные требования к скорости обслуживания, качеству решений;
 - непрерывный контроль за состоянием обслуживающих ресурсов (специалистов, бригад, машин, механизмов и т. п.);
 - относительная алгоритмическая простота, наличие типовых решений, ограниченность типов запросов;
 - относительно невысокая квалификация персонала и пользователей.
- Требования к системам:
- работа в реальном масштабе времени, учет приоритетов запросов;
 - масштабируемость, адаптация к резкому изменению характеристик задач, росту числа пользователей;
 - рационализация труда диспетчеров, обеспечение принятия корректных решений, документированность процессов управления;
 - поддержка разнообразных средств доступа, включая традиционные средства интернета, мобильные средства;