

УДК 681.3.06

А.Н.Карпов (асп., каф. ИУС), В.П.Котляров, к.т.н., проф.

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЕРИФИКАЦИИ И ТЕСТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ФОРМАЛЬНЫХ СПЕЦИФИКАЦИЙ В РАЗРАБОТКЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

В настоящее время в промышленном подходе разработки ПО для создания спецификаций всё чаще осуществляется переход от естественного языка к формальным. Формализация спецификаций, таких как функциональные спецификации и высокоуровневый дизайн, даёт ряд серьёзных преимуществ, основным из которых является возможность автоматизации процессов исследования данных спецификаций на наличие определённых свойств, а также позволяет производить автоматическую генерацию целевого кода приложений.

Разработка и использование формальных спецификаций на основе языка MSC (Message Sequence Chart) в телекоммуникационных системах является достаточно оправданным, поскольку в основном разработка таких систем сводится к реализации различных протоколов по обмену сообщениями между элементами системы.

Для рассматриваемой системы все спецификации были сформулированы на естественном языке. Согласно требованиям применяемой технологии была осуществлена формализация функциональной спецификации и высокоуровневого дизайна.

Результатом формализации функциональной спецификации является набор базовых протоколов – элементарных MSC диаграмм, каждая из которых является описанием одного «элементарного» действия, происходящего в системе. Каждая диаграмма имеет пред- и постусловие и описывается следующей формулой: $u \rightarrow \langle p \rangle v$, где u - предусловие, v – постусловие, p – набор сообщений, посредством обмена которыми система переходит из состояния характеризуемого предусловием, в состояние, характеризуемое постусловием. Полученный набор базовых протоколов был автоматически проверен на транзакционную непротиворечивость на основе следующего утверждения. Пусть $(u \rightarrow \langle p \rangle v)$ и $(u' \rightarrow \langle p' \rangle v')$, тогда два базовых протокола являются непротиворечивыми, если $(u \cap u' = \emptyset)$ либо $(v \Leftrightarrow v')$.

Результатом формализации высокоуровневого дизайна является набор сценариев – более сложных относительно базовых протоколов, а также MSC диаграмм, описывающих различные типовые сценарии поведения системы. Полученный набор сценариев (т.е. высокоуровневый дизайн) проверен на соответствие базовым протоколам (т.е. функциональным спецификациям). Проверка происходит посредством последовательного «наложения» базовых протоколов на заданный сценарий. Ситуация, когда ни один протокол из набора не может быть применён, считается ошибочной – функциональная спецификация неполна, либо высокоуровневый дизайн является некорректным относительно функциональной спецификации.

На основе базовых протоколов производится генерация трасс, обеспечивающих полное функциональное покрытие требований. Для генерации трасс базовые протоколы «стыкуются» между собой согласно пред- и постусловиям. В случае, когда из постусловия одного протокола применимы несколько базовых протоколов, согласно их предусловиям, происходит размножение трасс. Каждый протокол для конкретной трассы применяется однократно. Трассы генерируются в виде MSC диаграмм.

На основе сгенерированных трасс в соответствии с технологической цепочкой производится генерация целевого кода тестов. На данном этапе осуществляется обработка макроподстановок (существует возможность использования макросов в параметрах сигналов, временных метках). Для получения целевого кода из абстрактного представления используется универсальный генерирующий шаблон. Для исполнения сгенерированного набора тестов на целевой системе реализован программный модуль для сопряжения интерфейсов тестируемой системы с интерфейсами тестового окружения.

Применение представленной технологии для верификации и тестирования в области телекоммуникационных систем дало существенные положительные результаты. Ошибки функциональных спецификаций и, затем, в высокоуровневом дизайне были найдены на ранних этапах жизненного цикла производства ПО, что значительно уменьшило их «стоимость» примерно в 1,3 раза. Генерация трасс на основе базовых протоколов позволила доказательно получить полное функциональное тестовое покрытие, а автоматическая генерация тестовых наборов сократить около 50% времени на этапе тестирования.