

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.025.2:510.652

Успенская
Нина Викторовна

Оценка и обеспечение надежности программных средств при их
модификациях

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание академической степени магистра технических наук

по специальности 1 – 40 80 05 Математическое и программное обеспечение
вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

Научный руководитель

Бахтизин В.В

к.т.н., доцент

Минск 2014

ВВЕДЕНИЕ

В связи с большой конкуренцией на рынке информационных бизнес-систем, гибкое реагирование на изменение потребностей пользователей и высокая надежность ПС, входящих в бизнес-системы, являются основными факторами в борьбе с конкурентами. В то же время крупные бизнес-приложения, рассчитанные на использования в течении продолжительного периода времени и использование крупными пользователями, требуют поддержки и со временем существенной доработки. Поэтому необходимо использовать некие механизмы в ходе модифицирования программных средств, которые будут обеспечивать заданный уровень надежности ПС. Кроме этого требуется сократить до минимума время простоя оборудования заказчика.

При разработке способов реализации вышеперечисленных потребностей возникает ряд проблем: важно не нанести ощутимый ущерб производительности системы. Так как большинство известных способов повышения надежности готового продукта в таких случаях базируются на избыточности, необходимо разработать способ уменьшения таких затрат.

Чтоб удостовериться в том, что предложенный способ повышения надежности модифицированного ПС выполнил поставленные перед ним задачи и не снизил производительность до критического уровня, необходимо разработать корректный способ оценки надежности ПС. Данный способ оценки должен включать в себя учет особенности модифицированных ПС, таких как внесенные дефекты.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель и задачи исследования

Цель работы: определить механизмы проектирования кода для его безопасной модификации в будущем и алгоритмы безопасной модификации унаследованного кода.

Задачи исследования:

1. провести анализ и оценку существующих подходов к проектированию программных средств, обеспечивающих их надежность при последующих модификациях;
2. провести анализ существующих алгоритмов модификации кода, позволяющих повысить надежность программных средств;
3. определить метрики оценки надежности модифицированного программного средства и провести анализ согласно определенным метрикам;

4. разработать способ обеспечения надежности программных средств и способ для её оценки при модификациях унаследованного кода;

5. определить порядок проведения экспериментальных исследований для определения эффективности предложенного способа повышения надежности модифицированных программных средств;

6. провести экспериментальные исследования согласно определенному порядку;

Объектом исследования являются модифицированные программные средства.

Предметом исследования является обеспечение надежности программных средств при их модификациях.

Связь работы с приоритетными направлениями научных исследований и запросами реального сектора экономики

Работа выполнялась в соответствии научно-техническими заданиями и планами работ кафедры «Программное обеспечение информационных технологий»:

1. «Разработать модели, методы, алгоритмы для оценки параметров, повышения надежности и качества функционирования аппаратно-программных средств систем и сетей сложной конфигурации и внедрить в современные обучающие комплексы » (ГБ № 11-2004, № ГР 20111065, научный руководитель НИР – В. В. Бахтизин).

Личный вклад соискателя

Диссертационная работа отражает личный вклад соискателя в исследования, выполненные в БГУиР в период обучения в магистратуре. Основные результаты диссертации, получены лично соискателем.

Постановка задач, математические модели оценки и обсуждение результатов проводились с научным руководителем. Способы разработаны соискателем самостоятельно.

Проектирование и разработка программного обеспечения выполнены автором самостоятельно.

Апробация результатов диссертации

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на конференциях:

1. Международная научно-методическая конференция «Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века» (Минск, Беларусь, 2013);
2. Международная научно-техническая конференция, приуроченная к 50-летию МРТИ-БГУИР (Минск, Беларусь, 2014);
3. Международная научная конференция «Информационные технологии и системы 2014» (Минск, Беларусь, 2014).

Опубликованность результатов диссертации

По теме диссертации опубликованы 3 печатных работы в сборниках трудов и материалов конференций.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав, заключения, библиографического списка. Общий объем диссертации составляет 102с., включая 8 иллюстраций, 16 таблиц, 45 библиографических ссылок.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении приведен краткий исторический очерк, определено место проблемы обеспечения надежности программных средств в современном мире, приведена общая оценка современного состояния исследований и разработок в данной области. Определено место текущего исследования в области обеспечения надежности модифицированных программных средств.

В общей характеристике работы сформулированы цели и задачи исследования, показана научная и практическая значимость

В первой главе представлен анализ литературных данных по проектированию программных средств. Основными методами является структурный и объектно-ориентированный. Показано, что при структурном подходе разработка внешних спецификаций использует предварительный внешний проект, который содержит все функции пользователя. В процессе внешнего проектирования становятся возможными проверка правильности промежуточного уровня проекта и сопоставление его с поставленными целями. Появляется контрольная точка для руководства проектом. При использовании объектно-ориентированного метода существенно повышается уровень унификации разработки и пригодность для повторного использования не только ПО, но и проектов, что в конце концов ведет к сборочному созданию ПО. Также процесс интеграции системы растягивается на все время разработки, а не превращается в единовременное событие.

Проанализированы методы модификации ПС. Основным определен метод модификации кода, основанный на проектировании по контракту. Он имеет ряд преимуществ по сравнению с другими рассмотренными методами. Показано, что в отличие от объектно-ориентированного и структурного подходов, ППК не требует внесения не функциональных изменений в унаследованный код. Также, по сравнению со всеми представленными методами, ППК не требует от программиста, вносящего модификации в унаследованное ПС, полной картины имеющегося кода и понимания всех его особенностей. Требуется лишь понимание логики граничащего кода.

Во второй главе предложены модификации метода ППК при его использовании для обеспечения надежности модифицированных ПС. Модификации заключаются в следующих особенностях использования ППК:

- в случае критического отказа выполнять обращение к функциям записи в лог для более точного описания проблемы;

- не использовать assert на этапе компиляции ;

- использовать assert для отслеживания переполнений указанным способом;

- не допускать использование assert в случаях, когда утверждения, используемые в коде, поставляемом заказчику, не покрыты обработкой исключений, когда утверждения влияют на логику программы, когда утверждения реализованы в стандартной библиотеке и в библиотеке, поставляемой с унаследованным кодом;

- использовать средства ППК для проверки свойств объектов в ограниченном варианте путем размещения их лишь в функциях, непосредственно работающих с данным свойством;

Определены ограничения, накладываемые на код модифицированным ППК при проверке вводимых данных и при использовании утверждения как управляющую структуру. Показано, что в данных случаях модифицированный ППК не может быть применен по причине некорректного его использования в данной ситуации.

Предложен способ оценки надежности модифицированного ПС с учетом внесенных дефектов при доработке унаследованного кода. Метод базируется на модифицированном методе Джелинского-Моранды и уравнении линии регрессии. Расчет количества внесенных дефектов предлагается рассчитывать по формуле

$$\delta = \left| y - \frac{a}{x} - b \right| - \frac{1}{n+1-x} \sigma_y ,$$

где y – опытное число обнаруженных дефектов за интервал времени, x – порядковый номер интервала времени, a , b – коэффициенты уравнения линии регрессии, n – число интервалов времени, σ_y – среднее квадратическое отклонение по y , δ – искомая величина отклонения.

Предложенный способ позволяет рассчитать количество внесенных ошибок по статистическим данным тестирования. Общее число дефектов (изначально присутствующих и внесенных) позволяет более точно вычислить интенсивность обнаружения ошибок.

Проведен анализ выявленных дефектов и непредвиденных проблем заказчика за 6 месяцев использования базового ПС заказчиками. Определены показатели, требующие улучшения при доработке последующих ПС.

В третьей главе приведен план научных исследований. Описаны особенности реализации разработанного способа повышения надежности и его оценки. Приведены особенности тестовых испытаний для каждого модифицированного программного средства. Приведены особенности экспериментальных ПС и базового проекта для сопоставления их трудоемкости. Приведены результаты тестирования ПС. Приведены результаты расчетов предложенным способом оценки. Проанализированы статистические данные непредвиденных проблем у заказчика и темпов их решения.

В ходе проведения эксперимента по реализации предложенного способа повышения надежности программного средства были реализованы следующие требования:

- был реализован разработанный способ повышения надежности программных средств;
- был определен порядок проведения тестовых испытаний для каждого из модифицированных программных средств;
- были разработаны тестовые сценарии для каждого из модифицированных программных средств;
- были разработаны требования к конфигурации тестовой системы;
- проведен анализ полученных результатов тестирования;
- рассчитаны оценки показателей надежности предложенным способом;
- проведен анализ результатов работы программных средств на стороне заказчика;

В ходе проведения эксперимента по реализации предложенного способа повышения надежности программного средства были применены следующие подходы:

- Способ работы с унаследованным кодом, в основу которого лежит модифицированный способ проектирования по контракту.

- Описанный способ подбора уровня мониторинга при передаче ПС заказчику.

- Разработанный способ работы с унаследованным кодом, который уже включает в себя контрактное проектирование.

На основе проведенных расчетов можно сделать вывод, что предложенный способ повышения надежности модифицированного ПС позволяет достичь требуемых показателей надежности при модификации унаследованного кода.

Предложенный метод оценки надежности ПС отличается особенностью комплексного использования модели Джелинского-Моранды и корреляционного анализа статистических данных тестирования. С помощью данного подхода повышается точность определения интенсивности возникновения дефектов. Данный подход может быть применен для определения возможности поставки продукта заказчику.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Проведен анализ существующих методов проектирования надежных программных средств. Основными методами является структурный и объектно-ориентированный. Показано, что при структурном подходе разработка внешних спецификаций использует предварительный внешний проект, который содержит все функции пользователя. В процессе внешнего проектирования становятся возможными проверка правильности промежуточного уровня проекта и сопоставление его с поставленными целями. Появляется контрольная точка для руководства проектом. При использовании объектно-ориентированного метода существенно повышается уровень унификации разработки и пригодность для повторного использования не только ПО, но и проектов, что в конце концов ведет к сборочному созданию ПО. Также процесс интеграции системы растягивается на все время разработки, а не превращается в единовременное событие.

2. Проанализированы методы модификации ПС. Основным определен метод модификации кода, основанный на проектировании по контракту. Он имеет ряд преимуществ по сравнению с другими рассмотренными методами. Показано, что в отличие от объектно-ориентированного и структурного подходов, ППК не требует внесения не функциональных изменений в унаследованный код. Также, по сравнению со всеми представленными методами, ППК не требует от программиста, вносящего модификации в

унаследованное ПС, полной картины имеющегося кода и понимания всех его особенностей. Требуется лишь понимание логики граничащего кода.

3. Предложены модификации метода ППК при его использовании для обеспечения надежности модифицированных ПС. Модификации заключаются в следующих особенностях использования ППК:

- в случае критического отказа выполнять обращение к функциям записи в лог для более точного описания проблемы;

- не использовать `assert` на этапе компиляции;

- использовать `assert` для отслеживания переполнений указанным способом;

- не допускать использование `assert` в случаях, когда утверждения, используемые в коде, поставляемом заказчику, не покрыты обработкой исключений, когда утверждения влияют на логику программы, когда утверждения реализованы в стандартной библиотеке и в библиотеке, поставляемой с унаследованным кодом;

- использовать средства ППК для проверки свойств объектов в ограниченном варианте путем размещения их лишь в функциях, непосредственно работающих с данным свойством;

4. Определены ограничения, накладываемые на код модифицированным ППК при проверке вводимых данных и при использовании утверждения как управляющую структуру. Показано, что в данных случаях модифицированный ППК не может быть применен по причине некорректного его использования в данной ситуации.

5. Предложен способ оценки надежности модифицированного ПС с учетом внесенных дефектов при доработке унаследованного кода. Метод базируется на модифицированном методе Джелинского-Моранды и уравнении линии регрессии. Предложенный способ позволяет рассчитать количество внесенных ошибок по статистическим данным тестирования. Общее число дефектов (изначально присутствующих и внесенных) позволяет более точно вычислить интенсивность обнаружения ошибок.

6. Проведен анализ выявленных дефектов и непредвиденных проблем заказчика за 6 месяцев использования ПС заказчиками. Определены показатели, требующие улучшения при доработке последующих ПС.

7. В ходе проведения эксперимента по реализации предложенного способа повышения надежности программного средства были реализованы следующие требования:

- был реализован разработанный способ повышения надежности программных средств;

- был определен порядок проведения тестовых испытаний для каждого из модифицированных программных средств;

- были разработаны тестовые сценарии для каждого из модифицированных программных средств;
- были разработаны требования к конфигурации тестовой системы;
- проведен анализ полученных результатов тестирования;
- рассчитаны оценки показателей надежности предложенным способом;
- проведен анализ результатов работы программных средств на стороне заказчика;

В ходе проведения эксперимента по реализации предложенного способа повышения надежности программного средства были применены следующие подходы:

-Способ работы с унаследованным кодом, в основу которого лежит модифицированный способ проектирования по контракту.

-Описанный способ подбора уровня мониторинга при передаче ПС заказчику.

-Разработанный способ работы с унаследованным кодом, который уже включает в себя контрактное проектирование.

На основе анализа полученных экспериментальных данных проведены следующие подсчеты:

Количество обнаруженных дефектов сократилось минимум на 10%.

Время, затраченное на исправление обнаруженных ошибок, сократилось минимум на 15 %.

Количество непредвиденных проблем у заказчика сократилось на 23%.

Время, затраченное на исправление проблем у заказчика, сократилось на 19 %.

Прогнозируемое число дефектов и число обнаруженных дефектов различается в среднем на 8 %. Учет внесенных дефектов позволяет повысить точность оценки надежности ПС.

На основе проведенных расчетов можно сделать вывод, что предложенный способ повышения надежности модифицированного ПС позволяет достичь требуемых показателей надежности при модификации унаследованного кода.

Предложенный метод оценки надежности ПС отличается особенностью комплексного использования модели Джелинского-Моранды и корреляционного анализа статистических данных тестирования. С помощью данного подхода повышается точность определения интенсивности возникновения дефектов. Данный подход может быть применен для определения возможности поставки продукта заказчику.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

1 – Успенская, Н. В. Обеспечение надежности программных средств при их модификациях./ Н. В. Успенская, В. В. Бахтизин // VIII Международная научно-методическая конференция «Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века(Минск, 5-6 декабря 2013 года): материалы конф.- Минск, 2013. - С. 332

2 – Успенская, Н. В. Обеспечение надежности программных средств при их модификациях. // Международная научно-техническая конференция, приуроченная к 50-летию МРТИ-БГУИР (Минск, 18-19 марта 2014 года) : материалы конф. В 2 ч. Ч. 1. - Минск, 2014. - С. 440-441

3 - Успенская, Н. В. Механизмы выбора уровня мониторинга при обеспечении надежности программных средств / Н. В. Успенская, В. В. Бахтизин //Информационные технологии и системы 2014 (ИТС 2014) : материалы международной научной конференции, БГУИР, Минск, Беларусь, 29 октября 2014 г. – Information Technologies and Systems 2014 (ITS 2014) : Proceeding of The International Conference, BSUIR, Minsk, 29th October 2014 / редкол. : Л. Ю. Шилин [и др.]. – Минск : БГУИР, 2014. – С. 108–109.