

УДК 004.89

И.В. ШОСТАК, Ю.И. БУТЕНКО, Е.И. ШОСТАК

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

ЗНАНИЕОРИЕНТИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ НОРМАТИВНЫХ ПРОФИЛЕЙ К СИСТЕМАМ КРИТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЙ

В статье рассматривается разработка элементов технологии интеллектуальной поддержки принятия решений при реализации задачи экспертирования программного обеспечения – формировании нормативного профиля. Выделены этапы процесса формирования и верификации нормативного профиля. Также выдвинуты требования к интеллектуальной интегрированной системе формирования и верификации нормативного профиля. Указаны принципы, на которых должна базироваться система такого типа.

Ключевые слова: *нормативный профиль, интеллектуальная интегрированная система формирования и верификации, онтология.*

Введение

Эксплуатационные свойства компьютерных систем управления объектами с интенсивным использованием программного обеспечения (ПО) (аэрокосмическими, энергетическими, транспортными и др.) в большой степени обеспечиваются качеством ПО.

В связи с этим при их разработке и модернизации особую важность приобретает организация эффективного оценивания ПО, проводимого сертификационными центрами, в функции которых входит привлечение квалифицированных специалистов, способных быстро и достоверно оценить ПО. При этом качество самой оценки определяется квалификацией экспертов и имеющимся в их распоряжении информационным ресурсом – базой нормативных документов.

Процедура оценки ПО [1] предполагает решение ряда задач, среди которых следует выделить:

- формирование нормативного профиля (НП) – гармонизированной с международными и национальными стандартами совокупности требований, предъявляемых к данному проекту или группе проектов. НП могут быть вновь разрабатываемые государственные или отраслевые стандарты, нормативно-методические документы предприятий и общие требования спецификаций ПО;
- реинжиниринг процесса проектирования ПО и его оценка на основе НП;
- статистический анализ исходного текста, заключающийся в определении программных метрик,

согласно выбранному нормативному профилю, и выполнении семантического анализа;

- динамический анализ ПО: модульное тестирование методом белого и черного ящиков, и интервальный анализ исполняемого модуля;

- определение степени соответствия исходного кода ПО проектной документации и НП.

До недавнего времени решение указанных задач, как правило, не вызывало затруднений, т.к. эксперты руководствовались опытом и интуицией, приобретенной в результате достаточно длительной работы по анализу ПО сравнительно узкого класса систем. Вместе с тем, устойчивая тенденция к расширению функций управляемого объекта, реализованных программно, приводит к увеличению объема и сложности ПО.

Повышение разнообразия самих объектов, с одной стороны, и необходимость сокращения сроков экспертизы и повышение требований к качеству оценки, – с другой, породили ряд проблем в деятельности эксперта, к которым относятся:

- большая доля рутинного труда, связанного с анализом существенно расширившейся (за счет международных стандартов) нормативной базы и необходимостью формирования НП ПО уникальных объектов;
- необходимость статистического и динамического анализа крупных программных проектов, содержащих сотни тысяч и миллионы операторов;
- возрастание субъективности при оценке соответствия исходного кода ПО проектной документации НП.

В современных условиях наиболее эффективным средством преодоления указанных проблем является использование в процессе экспертизы ПО методов искусственного интеллекта и инженерии знаний, в частности, экспертных систем (ЭС).

Применение экспертных систем обеспечит поддержку эксперта при работе с нормативной базой, а также позволит, путем накопления и обобщения опыта оценок в базе знаний экспертных систем, снизить субъективность и повысить эффективность принимаемых решений за счет учета большого числа факторов, определяющих свойства анализируемого проекта.

Цель статьи – разработка элементов технологии интеллектуальной поддержки принятия решений экспертом при реализации одной из наиболее важных задач экспертирования ПО – формировании НП.

1. Характеристика предметной и проблемной областей формирования НП

Профилирование в общем случае включает формирование НП (при разработке ПО или стандартов для него) и верификацию НП (при экспертизе) [2, 3].

В ходе формирования НП должен быть проведен синтез (на основе национальной и международной нормативной базы, включающей стандарты ДСТУ, ISO, ECSS, IEEE, IAEA др.) профилирующей базы с помощью методов семантического анализа нормативного документа.

В данном случае уместно применить частично формализованный (вербально-матричный) метод [3], максимально приближенный к решению задач путем анализа семантических деревьев.

Процесс формирования и верификации НП включает следующие этапы:

1. Отбор и систематизация нормативных документов, формирование на их основе общей профилирующей базы (ОПОБ).

2. Разработка на основе ОПОБ номенклатуры частных профилирующих баз (ЧПОБ), исходя из особенностей разработки и применения систем с интенсивным использованием ПО. Формирование множества ЧПОБ.

3. Формирование глоссариев базовых терминов для каждой ЧПОБ.

4. Разработка с помощью глоссариев базовых терминов множества ЧПОБ стандартов-глоссариев для ОПОБ. Формирование профилей терминов.

5. Создание на основе профилей терминов нормативных профилей для каждой ЧПОБ.

Практическая реализация указанных этапов связана с рядом проблем. На первом этапе возникает проблема:

- формирования множества профилирующих организаций по критериям, учитывающим их опыт, международный статус, объем и номенклатуру выпущенных стандартов и т.д.;
- ранжирования по этим критериям и их составляющим;
- отбор и систематизацию нормативных документов по каждой из профилирующих организаций.

Второй этап порождает проблему определения номенклатуры профилей в соответствии с различными аспектами создания и функционирования ПО (проектные требования, жизненный цикл, инструментальные средства разработки, методы оценки и др.).

Третий и четвертый этапы связаны с необходимостью семантического анализа и сопоставления терминов в нормативных документах различных стандартов, а также синтеза глоссариев терминов, однозначно толкуемых во всех используемых при экспертировании системах стандартов.

Реализация пятого этапа предполагает учет (при формировании НП на основе ЧПОБ) большого числа факторов, определяемых особенностями разработки и применения конкретного ПО.

Перечисленные выше проблемы относятся к разряду трудноформализуемых, комплексное их решение затруднено из-за отсутствия эффективных аналитических методов.

Исходя из этого, целесообразно в процессе формирования и верификации НП использовать интеллектуальные методы.

Вместе с тем, ряд частных задач может быть успешно решен с использованием аналитических методов и традиционной обработки данных.

К этим задачам относятся, в первую очередь, выбор наиболее представительных нормативных документов, формирование таблиц требований из одной группы для этих документов и т.д.

Кроме того, можно выделить еще ряд задач, связанных с разработкой:

- стратегии тестирования, набора тестовых заданий для апробирования методов и алгоритмов частично-формализованного и семантического анализа;
- информационно-аналитических утилит поддержки процесса частично-формализованного анализа (ЧФА) ПОБ;
- интеллектуальных утилит поддержки знаниеориентированного семантического анализа (ЗСА) текстовых документов из ПОБ (синтеза ло-

кальных и глобальных семантических деревьев) и сравнения результатов профилирования различными (ЧФА и ЗСА) методами.

Таким образом, компьютерная поддержка может быть организована на основе интегрированной системы, сочетающей в себе традиционные методы и средства обработки данных с возможностями знаниеориентированных методов.

2. Концепция построения интеллектуальной интегрированной системы формирования и верификации

Рассмотрим особенности построения интеллектуальной интегрированной системы формирования и верификации НП (ИСФВП) в четырех основных аспектах, характерных для любой системы искусственного интеллекта: выявления знаний, представления знаний, манипулирования знаниями, способа реализации вывода на знаниях.

Процесс выявления знаний в данном случае основан преимущественно на текстологических источниках (нормативной базе) и может быть реализован традиционными методами семантического анализа.

Значения в ИСФВП наиболее удобно представлять в виде фреймов [4], поскольку ПОБ имеет четко выраженную иерархию. Структуры элементов одного и того же уровня стереотипны. Механизм активизации фреймов различных уровней и присоединенные процедуры отдельных слотов в этом случае представляются в форме метаправил и обычных правил продукций соответственно.

3. Требования к ИСФВП

Исходя из проведенного выше анализа предметной и проблемной областей формирования НП, может быть сформулирован ряд системотехнических требований к построению ИСФВП:

1. Тип системы – интеллектуальная интегрированная система поддержки принятия решений.

2. Форма представления знаний с базой знаний ИСФВП – фреймово-продукционная, с использованием метаправил.

3. Источники знаний ИСФВП – преимущественно текстологические.

4. Выявление знаний – автоматизированный анализ текстов, анкетирование экспертов.

5. Активизация процесса вывода на знаниях (ВНЗ) – по запросу пользователя.

6. Стратегии и схемы ВНЗ – прямой вывод по схеме «вширь», обратный вывод.

4. Реализация

ИСФВП может быть реализована в нескольких вариантах. Прежде всего, следует отметить, что традиционная реализация машины логического вывода как интерпретатора продукционных правил становится неэффективной при объеме правил, превышающем десять тысяч.

В данном же случае общее количество правил составит несколько сот тысяч. Это заставляет искать иные принципы работы ЭС поддержки эксперта.

Одним из методов повышения эффективности является использование методов на основе онтологий.

Онтология является системой понятий, предположительно существующих в некоторой области знаний, для обозначения которых использован определенный естественный язык.

Понятия представляются в объеме, достаточном для того, чтобы с их помощью можно было описать знания о конкретной области знаний средствами данного языка. Понятия составляют словарь онтологии. Назначение словаря – предоставление терминологии для описания знаний о конкретной области.

Онтология структурирует понятия словаря. Описание онтологии в терминологии словаря обычно представляется в форме, предлагаемой формальной теорией первого порядка, где слова из словаря выступают в качестве имен унарных (представления) или бинарных (отношения) предикатов.

Как правило, при описании знаний представления используются для обозначения множеств типовых объектов, обладающих общими признаками, или множеств объектов, существующих в данной предметной области, но не являющихся типовыми.

Множества типовых объектов группируются в классы объектов, при этом каждый класс характеризуется набором типовых свойств или атрибутами класса, между классами существуют отношения, допустимая область применения знаний задается посредством аксиом или ограничений (в зависимости от реализации).

Онтология является составной частью базы знаний и представляет систематизированный набор терминов, поясняющих, в каких отношениях могут находиться объекты ОПОБ, и не зависит от конкретного типа анализируемого ПО.

База знаний описывает факты или гипотезы, связанные с конкретным типом ПО и

соответствующей ему ЧПОБ, и, кроме онтологии, включает в себя логику и правила вывода, а также может содержать неструктурированную или неформализованную информацию, выраженную средствами естественного языка.

Онтология и база знаний связаны онтологическим соглашением, являющимся формализованным преобразованием данных между терминами базы знаний (относящихся к ЧПОБ) и онтологии (терминологическая база ОПОБ).

Онтологическое соглашение определяется минимальным объемом словаря онтологии, достаточным для представления знаний, хранящихся в одной или нескольких базах знаний.

Таким образом, при создании ИСФВП должна быть разработана онтология, содержащая терминологическую базу ОПОБ.

При настройке системы на анализ конкретного типа ПО необходимо создание на основе онтологии БЗ, вмещающей терминологическую систему соответствующей ЧПОБ. При функционировании ИСФВП используется следующая диалоговая процедура:

1) если в вопросе найдено ключевое слово, которое соответствует высшей рубрике, данная рубрика становится текущей;

2) в вопросе, в противном случае, ищется ключевое слово, соответствующее рубрике высшего уровня;

3) этап 2 реализуется до тех пор, пока не будет достигнут последний уровень;

4) если в вопросе пользователя не обнаружено ни одного ключевого слова, система должна сформулировать уточняющий вопрос.

Выводы

1. Создание ИСФВП должно базироваться на принципах:

- диверсности или проектного многообразия, характерного для технологий создания критического ПО. Использование двух альтернативных методов анализа (ЧФА и ЗСА), а также семантического контроля вывода на знаниях, выполняющего независимую автоверификацию, обеспечивает повышение достоверности решения задачи;

- расширяемости, основанной на иерархической организации и интегрируемости знаний;

- эффективности, основанной на предварительной компиляции знаний;

- платформенной независимости, основанной на использовании языка Java;

- общедоступности, основанной на использовании Web-технологий;

- повторного использования, основанного на создании и применении онтологий.

2. Качество формирования и верификации НП для критического ПО существенно влияет на уровень безопасности КСУ.

Задача формирования и верификации НП является одной из основных задач процесса разработки и экспертизы критического ПО.

3. Решение задач формирования НП (включая и разработку самих стандартов) целесообразно формализовать в направлении повышения верифицируемых требований, содержащихся в них.

4. В основу разработки интеллектуальной интегрированной системы формирования и верификации НП следует положить процедуры ЧФА текстов (требований стандартов) и процедуры построения и объединения семантических деревьев, полученных при анализе документов ПОБ.

5. ИСФВП должна разрабатываться как интеллектуальная вопросно-ответная система, предназначенная для ответа пользовательский вопрос.

6. Рубрикацию при формировании ответа в ИСФВП целесообразно организовать в форме дерева, по которому система реализует на основе пользовательского вопроса поиск ключевых слов, в рубриках ОПОБ.

Литература

1. *Vilkomir S.A. "Asymmetric" Approach to the Assessment of Safety Critical Software during Certification and Licensing / S.A. Vilkomir, V.S. Kharchenko // Proceedings of ESCOM-SCOPE 2000 Conference, Munich, Germany, 18–20 April 2000. – P. 467-475.*

2. *Харченко В.С. Нормирование и оценка безопасности информационных и управляющих АЭС: регулирующие требования к программному обеспечению / В.С. Харченко, М.А. Ястребенецкий, В.Н. Васильченко // Ядерная и радиационная безопасность. – 2002. – №1. – С. 18-33*

3. *Vilkomir S.A. The Formalized Models of an Evaluation of a Verification Process of Critical Software / S.A. Vilkomir, V.S. Kharchenko // Proceedins PSAM5, Osaka, Japan, November 27 – December 1, 2000 – Vol.4. – P. 2383-2388.*

4. *Шостак И.В. Управление сложными объектами в реальном времени на основе динамических экспертных систем / И.В. Шостак // Авиационно-космическая техника и технология. Тр. Гос. аэрокосмич. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, 1997. – С. 204-210.*

5. *Шостак И.В. Текущее состояние базы знаний в динамических экспертных системах управления сложными объектами / И.В. Шостак // Радио-*

электроника и информатика. – 2000. – №3. – С. 68–71.

6. *Нормативная база программной инженерии в разработке систем с интенсивным использованием программного обеспечения: учеб. пособ. / Б.М. Конорев, Л.Ф. Пудовкина, И.Б. Сироджа, О.Е. Федорович. – Харьков: Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», 2001. – 162 с.*

7. *Kharchenko V.S. Multisession information technologies and reliable projects / V.S. Kharchenko // Автоматика-2001: материалы междунар. науч. конф., 10-12 сентября 2001 г. – Одесса, 2001. Т.2. – С. 73–74.*

8. *Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – СПб: Питер, 2001. – 170 с.*

Поступила в редакцию 15.01.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Г.Н. Жолткевич, Национальный университет им. В.Н. Каразина, Харьков, Украина.

ЗНАННЯОРІЄТОВАНИ МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ НОРМАТИВНИХ ПРОФІЛІЙ ДО СИСТЕМ КРИТИЧНОГО ВИКРИСТАННЯ НА ОСНОВІ ОНТОЛОГІЙ

І.В. Шостак, Ю.І. Бутенко, О.І. Шостак

У статті розглянуто розробку елементів технології інтелектуальної підтримки прийняття рішень у процесі реалізації задачі експертування програмного забезпечення – формуванні нормативного профілю. Виділено етапи процесу формування та верифікації нормативного профілю. Також висунуто вимоги до інтелектуальної інтегрованої системи формування та верифікації нормативного профілю. Указано принципи, на яких повинна базуватися система подібного типу.

Ключові слова: нормативний профіль, інтелектуальна інтегрована система формування та верифікації, онтологія.

KNOWLEDGE ORIENTED METHODS OF NORMATIVE PROFILE FORMING TO THE CRITICAL SYSTEMS BASED ON ONTOLOGY

I.V. Shostak, I.I. Butenko, E.I. Shostak

In this article the development of intelligent decision-making support system technology in software testing – forming normative profile is considered. It the stages of normative profile forming and verification all pointed out. The requirements to intelligent integrated decision-making support system of normative profile all offered . It is given the principles the system is to be based on.

Key words: normative profile, to intelligent integrated decision-making support system of normative profile, ontology.

Шостак Игорь Владимирович – д-р техн. наук, проф. кафедры инженерии программного обеспечения, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина.

Бутенко Юлия Ивановна – соискатель кафедры инженерии программного обеспечения, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина, e-mail: iuliabutenko@yandex.ru.

Шостак Елена Игоревна – студентка факультета экономики и менеджмента, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина.