НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ
С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

ЕЛЕКТРОНИКА 2016
ELECTRONICA 2016

12-13 МАЙ 2016
ГР. СОФИЯ
НАЦИОНАЛЕН ДОМ НА НАУКАТА И ТЕХНИКАТА

ДОКЛАДИ

ГЕНЕРАЛЕН СПОНСОР

OSRAM

XIII Национална конференция с международно участие

ЕЛЕКТРОНИКА 2016

Организатори:

Съюз по електроника, електротехника и съобщения (CEEC)

Технически университет – София (ТУ-София)

Факултет по Електронна техника и технологии (ФЕТТ) – ТУ-София

Съорганизатори:

Федерация на научно-техническите съюзи (ФНТС) в България
Българска академия на науките (БАН)
Технически университет – Варна
Технически университет – Габрово
Русенски университет „Ангел Кънчев”
Дом на науката и техниката (ДНТ) във Варна
IEEE - българска секция
VDE - Германия
Електросфера ЕООД
Балкантел ООД
AQ Group
Melexis Bulgaria Ltd
Вистеон
FESTO
ABB
Sensata
LEM България
Микродис Електроникс ЕООД
Холанд Хайърс ООД
Teletek electronics
MM Solutions AD
АМТЕСТ ЕООД
coBuilder Bulgaria

ТЕМАТИЧНИ НАПРАВЛЕНИЯ:

- **Микроелектроника и наноелектроника**
- **Силова електроника**
- **Индустриална електроника**
- **Комуникационни технологии**
- **Информационни технологии**
- **Оптоелектроника**
- **Микровълнова техника**
- **Електронни елементи и сензори**
- **Технологии и нови материали**
- **Специална електроника**
- **Измервания в електрониката**
- **Медицинска и битова електроника**
- **Обучение по електронни, информационни и комуникационни технологии**
- **Бизнес и маркетинг**

IEEE

Advancing Technology for Humanity

ISSN 1313-3985

СЪДЪРЖАНИЕ

Людмил МИХАЙЛОВ
БЪЛГАРСКАТА ЕЛЕКТРОНИКА И ЕЛЕКТРОТЕХНИКА, СЪСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ ЗА РАЗВИТИЕ.....8
Никола ДРАГАНОВ, Божидар АНДРЕЕВ
ВЪЗМОЖНОСТ ЗА РЕАЛИЗИРАНЕ НА ТЕРМОЕЛЕКТРИЧЕН ХИДРОКОНДЕНЗЕР НА БАЗАТА НА ЕЛЕМЕНТ НА ПЕЛТИЕ.....14
Никола ДРАГАНОВ, Любомир СПАСОВ
МУЛТИСЕНЗОРЕН ИЗМЕРВАТЕЛЕН МОДУЛ.....18
Ивайло БЕЛОВСКИ, Анатолий АЛЕКСАНДРОВ
ИЗСЛЕДВАНЕ И АНАЛИЗ НА ТЕРМОЕЛЕКТРИЧЕСКИ ОХЛАДИТЕЛНИ И ГЕНЕРАТОРНИ МОДУЛИ В РЕЖИМ НА ГЕНЕРАЦИЯ НА ЕЛЕКТРОДВИЖЕЩО НАПРЕЖЕНИЕ.....23
Димитър ТОДОРОВ
РЕДУЦИРАНЕ НА ОФСЕТА И ШУМА В ИЗМЕРВАТЕЛНИТЕ КАНАЛИ.....28
Катя АСПАРУХОВА, Тодор ДЖАМИЙКОВ, Иван СПАСОВ
ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА ЗА ДЪЛГОВРЕМЕНЕН ЗАПИС НА СИГНАЛИ ОТ СЕНЗОРИ И УПРАВЛЕНИЕ НА СОЛАРЕН ПАНЕЛ.....32
Nikolay PEEV, Mityo MITEV, Peter YAKIMOV
COMPARATIVE ANALYSIS OF TDCS, IMPLEMENTING DELAY LINES, BASED ON DIGITAL GATE PROPAGATION DELAY.....36
Dian ILIEV, Vassil GOUREV, Mityo MITEV
DEVELOPMENT OF SOFTWARE ENVIRONMENT FOR ADAPTIVE WEATHER STATION WITH REDUCED POWER CONSUMPTION.....42
Marin MARINOV, Tasho TASHEV, Emilija JANCHEVSKA and Jivka OVTCHAROVA
MOBILE URBAN AIR QUALITY MEASUREMENT SYSTEM BASED ON LOW - COST SENSORS.....47
Георги ПЕТРОВ, Филип АНДОНОВ
ПЕРСПЕКТИВИ ПРЕД ВЪВЕЖДАНЕТО OSH В УНИВЕРСИТЕТСКИТЕ ИНЖЕНЕРНИ ПРОГРАМИ.....53
Даниела ШЕХОВА
СИМУЛАЦИОННО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПАРАМЕТРИ НА ОПЕРАЦИОННИ УСИЛВАТЕЛИ С ИЗПОЛЗВАНЕ НА СРЕДИ ЗА АНАЛИЗ.....57
Сеферин МИРЧЕВ
ОЦЕНКА НА ПРОПУСКАТЕЛНАТА СПОСОБНОСТ НА ЛИНИИТЕ В ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННИТЕ МРЕЖИ.....62
Петър АПОСТОЛОВ, Алексей СТЕФАНОВ, Павел ДЖУНЕВ и Екатерина ОЦЕТОВА-ДУДИН
ПРИЛОЖЕНИЕ НА ФУНКЦИЯ С ДВОЙНА МОДУЛАЦИЯ В АПРОКСИМАЦИОННИЯ МЕТОД НА КОМПРЕСИРАНИ КОСИНУСИ.....67
Петър АПОСТОЛОВ
АНТЕННА РЕШЕТКА С ТРИ ЛЕЩИ НА ЛЮНЕБЕРГ.....71
Николай БРАЯНОВ, Ана СТОЙНОВА
АНАЛИЗ НА МЕТОДИ ЗА СЕРТИФИЦИРАНЕ И КВАЛИФИЦИРАНЕ НА ПОМОЩНИ ПРОГРАМИ ЗА ГЕНЕРИРАНЕ НА КОД В АВТОМОБИЛНАТА ИНДУСТРИЯ.....76
Velislava STOYKOVA, Maria SIMKOVA, Daniela MAJCHRAKOVA
EXTRACTING ECOLOGICAL TERMS FOR BULGARIAN AND SLOVAK LANGUAGE USING PARALLEL TEXT CORPORA.....82
Milena TERZIEVA
STRUCTURES, PARAMETERS AND APPLICATIONS OF BULK ACOUSTIC WAVE DEVICES.....86

Анализ на методи за сертифициране и квалифициране на помощни програми за генериране на код в автомобилната индустрия

Николай Браянов*, Анна Стойнова*

* Технически Университет София, Факултет по Електроника, София 100, България, бул. „Кл. Охридски“ 8, бл. 1, e-mail: npb@ecad.tu-sofia.bg; ava@ecad.tu-sofia.bg

***Резюме**. Използването на помощни програми в проекти с изисквания за безопасност, оказва положителен ефект, както от гледна точка възможността за често прототипиране и проверка, така и чрез автоматизиране на човешкия труд. За съжаление това води до допълнителни рискове. Грешка при работа на помощната програма може да доведе до създаване на допълнителни грешки в крайния продукт или неоткриване на съществуващи такива. Поради тази причина, стандартът ISO 26262, изисква оценка на нивото на доверие за всяка помощна програма и квалифициране на конкретно използваната верига от помощни програми. В статията са анализирани използваните към момента практики, с цел откриване на ясна методология, за оценка на вериги от помощни програми. Разглеждат се и възможностите за оптимизиране на процеса на квалификация. В търсене на най-доброто решение, са представени различните подходи, като се обръща внимание на преимуществата и недостатъците.*

***Methods for certification and qualification of tool chains in automotive industry (Nikolay Brayanov, Anna Stoynova).** Tools' application in safety relevant projects gives numerous benefits from engineering, safety and economical points of view - rapid prototyping, validation, automation of human labor etc. Unfortunately it also introduces extra risks. A fault in tool behavior could result in injecting or not finding issues in the software. This is the reason why assessment of tool confidence level is presented in ISO 26262 as part of the process for tool chains' qualification. This publication analyzes currently used techniques for tool assessment, aiming to find a methodology for tool chains' assessment. It tries to find an optimal way for applying automotive safety standard, reaching required safety qualification level. Different approaches are presented along with their positives and negatives,*

Увод

С развитието на автомобилната индустрия и предлаганите функционалности, разработките на вграден софтуер стават все по-сложни. Абстракцията се наложи като един от най-успешните похвати за работа с нарастващата комплексност. Това доведе до използването на изпълними но абстрактни графични модели във всички фази на разработката – от спецификацията до имплементацията. Този механизъм се използва дори и при съвременните методи за тестване.

Автоматичното генериране на приложим и ефикасен код е понастоящем възможно, благодарение на т.нар. код генератори. В същността си, това са компилатори, превеждащи език за графично моделиране в целеви език (С). Поради тази причина е възможно код генераторите да добавят грешки към крайното, изпълнимо приложение. За съжаление, в предвид скоростното им интегриране в процесите на разработка, те не са проверени и доказани, както С компилаторите. Това води до нуждата техния резултат да бъде проверяван, по подобие на ръчно създадения код, което обезсмисля употребата им. В тази връзка ISO26262 [1] дава напътствие за това как да бъдат квалифицирани помощни програми и вериги от помощни програми, прилагани в проекти с изисквания за безопасност в автомобилната индустрия. Целта на настоящия труд е да се анализират съвременните методи за

сертифициране и квалифициране на помощни програми в автомобилната индустрия.

Състояние на проблема

Този казус е от първостепенно значение за автомобилната индустрия. Предимствата на автоматизацията на човешкия труд, както е отбелязано в [2], [3] и [4], са много:

- Подобряване на качеството
- Разработване на функционалности с висока степен на сложност
- Съкращаване на времето за разработка
- Стриктен контрол на процеса
- Генериране на тестове
- Многократно използване на модели

Стандартът ISO26262 описва методите за сертифициране и квалифициране на помощни програми и вериги от помощни програми.

За всяка използвана помощна програма се анализират и документират случаите на употреба. Оценява се възможността грешка при изпълнението на помощната програма или случайно генериран резултат да доведе до нарушение на изискванията за безопасност. Въздействието на помощната програма (TI – tool impact), има две стойности: TI1 – грешката не оказва въздействие; TI2 – грешката оказва въздействие. Оценява се вероятността такъв тип грешки да бъдат открити и премахнати. На база на този анализ се установява нужното ниво на доверие към помощната програма (tool confidence level (TCL), Таблица 1).

Таблица 1

Установява на ниво на доверие на помощна програма

		Вероятност за откриване на грешките на помощната програма		
		TD1 голяма	TD2 средна	TD3 други
Въздействие на помощната програма	TI1	TCL1	TCL1	TCL1
	TI2	TCL1	TCL2	TCL3

Пресметнатия TCL и нивото на осигурена безопасност (Automotive Safety Integrity Level (ASIL)) задават изисквания за метод за квалифициране на помощната програма (таблица 2).

Таблица 2

Методи за квалификация на помощна програма

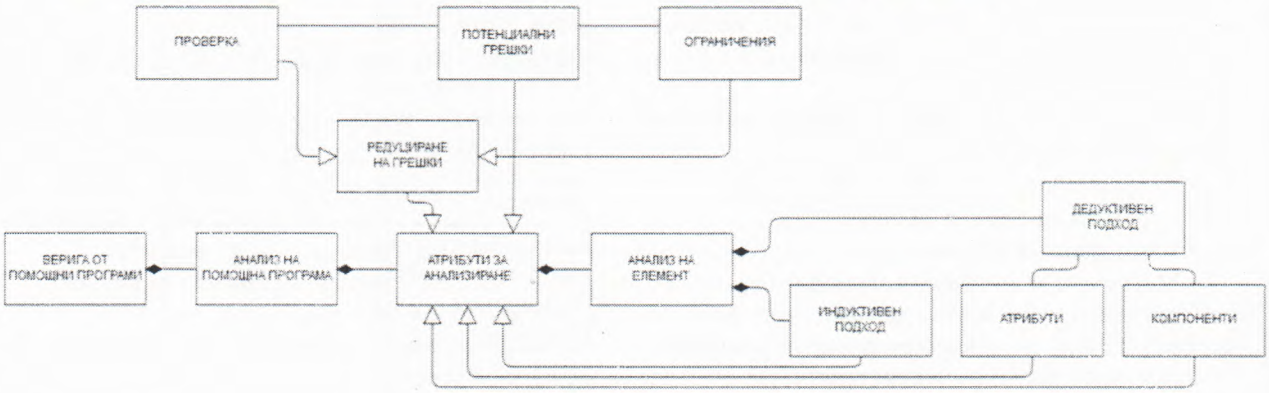
Методи	Препоръчани методи	
	за TCL2	за TCL3
1. Доверие, придобита от употреба	ASIL A, B и C	ASIL A и B
2. Проверка на процеса на разработване на помощната програма	ASIL A, B и C	ASIL A и B
3. Валидация на софтуера на помощната програма	ASIL D	ASIL C и D
4. Разработване на помощната програма според стандартите за безопасност, за които се прилага	ASIL D	ASIL C и D

Стандартът е формулиран с не голяма степен на конкретност, което е причина да бъде критикуван.

Според [5] основен недостатък на стандарта е, че квалифицирането на помощна програма не изключва работата по квалифицирането на верига, която я съдържа. Това води до дублиране на усилия и съответно липса на мотивация на производителя на помощни програми. В допълнение се изтъква и липсата на „стандартно“ приложение, която да спомага за квалифицирането. Тя би намалила значително усилията, нужни за квалификация, когато една помощна програма се използва в различни проекти.

Разбира се общата формулировка дава и възможности за създаване на различни подходи за сертификация. Независимо от подхода, използването на помощни програми в разработки на софтуер за автомобилната индустрия с изисквания за безопасност преминава през фазите[6], [7], [8]:

- Класификация – създава се веригата от помощни програми, които ще бъдат използвани. Всяка помощна програма бива класифицирана, като се определи необходимото доверие към работа и. като няма правило за това кое трябва да бъде изпълнено с приоритет
- Потенциални грешки – случайни и неочаквани грешки, например грешка в съдържанието на файла



Фиг.1. Модел за анализиране на помощни програми

Класификацията се извършва по описаната методика, анализирайки потенциалните грешки и съответната вероятност за откриването им

- Квалификация – извършва се квалификация на помощните програми, които го изискват. Квалификацията може да бъде и забрана за използване на конкретна функционалност на помощната програма, което ще осигури недопускане на грешка.

- Употреба – помощните програми се използват в съответствие с известните и допълнително добавените ограничения. По време на тази фаза трябва да е достъпен документ, описващ ограниченията на процеса и методи за заобикаляне на ограниченията

Методи за решаване на проблема

Ако обобщим целта на процеса на квалификация, тя би звучала така: „Целта на проверката и квалификацията на помощни програми е да се противопостави на закона на Мърфи: че на всяко място, където може да се появи грешка, ще се появи такава. Процесът на квалификация започва с анализ на грешките. Те се делят на:

- Известни грешки – например [9] описва че за GNU GCC компилатор резултатът от викане на функцията foo(i, i++) е недефиниран, тъй

За анализ на потенциалните грешки, приложенията могат да бъдат анализирани чрез различни подходи [10]:

- Индуктивен – базира се на предишен опит и очаквания за потенциални грешки (наблюдение)
- Дедуктивен – анализират се потенциалните грешки на този тип помощни програми
  - Подход черна кутия – разпространени грешки във връзка с използваните атрибути, конфигурация, входно-изходни интерфейси
  - Подход бяла кутия – анализира се структурата на помощната програма, компоненти и връзката между тях

За да се систематизира използването на тези методи [6] предлагат моделно базиран подход, показан на фиг.1. Според авторите, преимуществата от това са:

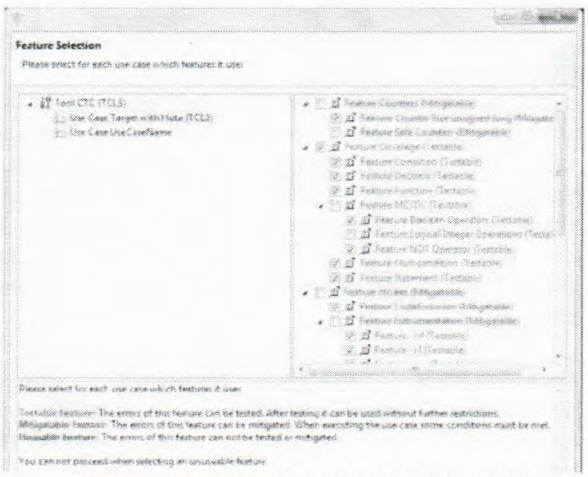
- Прегледност, систематичност, пълнота
- Възможност за многократно използване - веднъж анализирана помощната програма полесно може да бъде интегрирана
- Автоматизация и процес

От друга страна е възможно анализът с потенциалните грешки да бъде предоставен от доставчика на помощната програма, например [11].

След анализа, на възможните грешки, се оценява вероятността за откриване на всяка от тях. На база на таблица 1 се установява нужното ниво

на доверие към помощната програма. За квалификация използваме методиката, в съответствие с нужното ниво на осигурена безопасност и таблица 2. Цялата методика е подробно описана в [7]. Всички стъпки следва да бъдат проследени и документирани.

До тук беше описана основата на процеса квалифициране. Бавен, специфичен и сложен, той значително затруднява процеса на разработка. Това прави приноса от използването на помощни програми спорен, а за по-малките проекти – отрицателен. За да бъдат помощните програми приложими, доставчиците предоставят полуавтоматичен подход [6], [12], [13]. На потребителя се предоставя верига от помощни програми. В допълнение е приложена помощна програма за сертификация и квалификация, съпътствана с всички необходими документи, представена на фиг. 2. Чрез нея потребителят задава използваните помощни програми и функционалности. След това автоматично се създават всички необходими документи за квалификация, включително ръководство за работа с веригата помощни програми, ограничения и методи за тяхното спазване. Процесът е прост и приложим. Ограничението тук идва от факта, че е възможен избор на помощни програми от един доставчик. Това прави невъзможно създаването на верига от помощни програми, използвайки най-подходящите за случая. Тук следва да бъде отбелязан и факта че не е интегрирана обратна проверка, доказваща че помощните програми са използвани с предписаните ограничения.



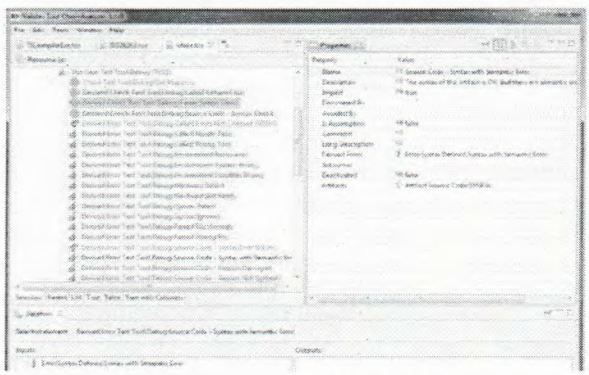
Фиг.2. Приложение "Tool Qualification Kit for Testwell CTC++" за квалифициране на верига от помощни програми, част от предварително зададен лист

Подобен подход предлагат и два от най-големите доставчици на подобен тип помощни програми - IBM и Mathworks [14], [15].

Автоматизиране на процеса на квалификация, с възможност за интегриране на различни помощни програми, се предлага в [16].

Тяхното решение представлява приложение, което реализира процеса квалификация по стандартната методология, описана по-горе. Предимство, в сравнение със стандартния метод, се явява в предоставянето на формални модели за анализ при всяка стъпка в процеса на квалифициране (фиг. 3). Това е едно конкретно, еднозначно и автоматизирано тълкование на ISO26262, предоставено на потребителя под формата на полуавтоматично приложение. Ползите от това са:

- От гледна точка на осигуряване на безопасността, модел базираният, систематизиран подход задава методика за анализ, която гарантира откриването на всички потенциални грешки
- От гледна точка на производителност, приложението допринася с автоматизация на процеса и възможност за повторно използване, както на анализите на отделните помощни програми, така и на доказалите се методи за квалификация



Фиг.3. Приложение "Tool Chain Analyzer" за квалифициране на произволно съставена верига от помощни програми

Този тип автоматизация значително подпомага процеса на оценка на веригите от помощни програми и тяхната квалификация. Преимуществата спрямо подхода с изброените помощни програми е очевиден – използвайки това приложение потребителят може да направи собствена верига от помощни програми,

използвайки оптималните такива, според нуждите на проекта. Недостатъкът се явява точно в разликата между подходите на производителите. Когато един производител създава верига, всяка участваща помощна програма е съобразена с другите, за да осигури нужния интерфейс и проверки, с цел да се минимизират допълнително нужните проверки и квалификация. Създаването на нестандартна верига от помощни приложения води до нуждата от повече квалификация. Процесът на квалификация обаче е труден и бавен, съответно - скъп и може да се извърши единствено от доставчика. На практика, проверките се използват като негов заместител. Когато в процеса се добавят допълнителни проверки, вероятността за откриване на грешките на помощната програма става голяма, съответно и доверието към помощната програма, с което отпада нуждата от квалификация. Този метод се оказва най-приложим за оптимизация на процеса на квалификация.

Интегрирайки допълнителни проверки в процеса и използвайки приложението [16] по време на изследването [17], авторите докладват намаляване на помощните програми, за които има изискване да бъдат квалифицирани, от 11 на 1. Това представлява значително намаляване на усилията, необходими за квалификация.

Тази методика се разглежда и в [7]. Според авторите, всеки метод за квалификация е труден, скъп, а често и ограничаващ функционалността на помощната програма, и най-доброто решение е да бъде намалено изискваното ниво на безопасност на помощната програма. Те обаче отчитат, че това е свързано с увеличаване на процеса на разработка, добавяйки допълнителни проверки, които да откриват потенциалните грешки. В някои случаи това може да се изпълни автоматично, посредством допълнителни помощни програми за проверка, като MISRA C, но в други единственото решение е човешки труд, например преглед. Това води до допълнителни усилия и разходи, които могат да бъдат спестени, като се използва квалифицирана помощна програма.

Те заключават, че цената на добавяне на допълнителни проверки силно зависи от налаганите проверки в процеса и честотата на прилагането му. Ако ежедневно изпълняван процес има нужда от допълнителен преглед, доста вероятно е разходите за прегледа да бъдат по-високи от цената на квалифицираната помощна програма

Резултати и приложимост

ISO26262 задава граници за квалификация и сертификация на помощни програми. Стандартът обаче не описва стриктно методология. От една страна това дава възможности за различни интерпретации. На практика, той не дава решение.

Настоящото изследване показа, че няма една методика, която да бъде определена като най-резултатна и най-правилна. Всеки от разгледаните методи носи по-добри резултати от останалите, интегриран в определен контекст – сертифицирането чрез приложение работещо с изброен списък е лесно приложимо, но за съжаление не достатъчно гъвкаво решение. От друга страна приложението на помощни програми от различни производители води до усложняване на процеса на квалификация, както и допълнителна работа в процеса на разработка.

Изборът на оптималния, за конкретната интеграция, вариант, зависи от налагащите се в процеса проверки и честотата на прилагането му.

По наше мнение, използването на приложения за квалификация с изброени помощни програми е силно ограничаващо:

- Потребителят няма възможността да избира най-добрата помощна програма за конкретните му нужди
- Не може да бъде създадена силна конкуренция между доставчиците на помощни програми

От тази гледна точка, следва да се работи за усъвършенстване на метода, при който могат да бъдат квалифицирани всички помощни програми. Изследването установи че активно се работи в тази посока.

Подкрепа в тази насока би било дефинирането на стандарт, описващ функционалностите и възможните грешки при изпълнението на всяка помощна програма. Това описание следва да бъде част от дистрибуцията на всяка помощна програма. Това би улеснило и използването на квалификационните пакети, които са актуални и към момента. Така ще се опрости процеса на квалификация на веригата, намалявайки първия етап.

От друга страна в предложеното приложение за квалификация липсва формален метод, проверяващ дали помощните програми са използвани с ограниченията, заявени по време на квалифициране.

Заключение

В настоящия труд беше разгледан процесът на

квалификация и сертификация на помощни програми, в съответствие с изискванията за безопасност на ISO 26262. Анализите на стандарта показаха, че той не дефинира стриктно методите за квалификация, а задава граници. В резултат са възникнали различни подходи за квалификация.

Като най-приложими бяха отбелязани квалифициращите приложения, работещи с изброени помощни програми и тези, работещи с всички помощни програми. Първата група бе отличена като сравнително лесна за експлоатация. За съжаление тя не дава възможност на потребителя да избере най-подходящите за неговата нужда помощни програми. Вторият вид приложения нямат такова ограничение. Те от друга страна изискват по-голям ресурс и познания по време на сертификация и квалификация.

След като приехме, че ограничаването на избора на помощни програми е неправилна тенденция, бяха разгледани методите за оптимизация на квалификационния процес. Наличието на различни публикации по темата, доказва големия интерес към нея. Бяха цитирани изследвания, заявяващи чувствително редуциране на броя на помощните програми, чрез добавяне на допълнителни проверки. Тук следва да се уточни, че цената на добавяне на допълнителни проверки силно зависи от броя им в процеса и честотата на прилагането му. При ежедневно изпълняван процес, при който има нужда от допълнителен преглед, е вероятно разходите за прегледа да бъдат по-високи от цената на квалифицираната помощна програма.

Като стъпки за улесняване на процеса на квалификация, предложихме да се дефинира стандартизиран тип данни, описващ функционалностите и възможните грешки при изпълнението на всяка помощна програма, който да съпътства дистрибуцията ѝ. По наше мнение, това би улеснило и използването на квалификационните пакети, които са актуални и към момента. Така ще се опрости процеса на квалификация на веригата, намалявайки първия и етап.

В допълнение липсва формален метод за обратна проверка, доказваща че помощните програми са използвани с ограниченията, заявени по време на квалифициране.

Благодарности

Изказват се благодарности за финансовата подкрепата на НИС при ТУ - София по проект №162ПД0022-03 на тема "Изследване на възможностите за моделно базирана разработка на вграден код съгласно изискванията в автомобилната индустрия"

ЛИТЕРАТУРА

[1] Road vehicles — Functional safety — Part 8: Supporting processes ISO 26262-8:2011(E)

[2] Manfred Broy, Sascha Kirstan, Helmut Krcmar, Bernhard Schätz, Jens Zimmermann, What is the benefit of a model-based design of embedded software systems in the car industry

[3] Manish Patil, Sujith Annamaneni Model Based System Engineering(MBSE) For Accelerating Software Development Cycle

[4] Vector Informatik GmbH, Model-Based Testing for Better Quality

[5] Mirko Conrad, Patrick Munier, Frank Rauch, Qualifying Software Tools According to ISO 26262

[6] Oscar Slotosch, Model-Based Tool Qualification. The Roadmap of Eclipse towards Tool Qualification

[7] Graham Morphew of Wind River and Dr. Uwe Müller, Dr. David Seider, and Dr. Oscar Slotosch, ISO 26262–Compliant Usage of Wind River Diab Compiler

[8] Oscar Slotosch, ISO 26262 Conforming Tool Qualification for Modular Tools

[9] https://gcc.gnu.org/bugs/

[10] Dr. Oscar Slotosch, Marco Reiling, Applying ISO26262 to Tool Qualification

[11] http://www.mathworks.com/products/iec-61508/

[12] Dr. Oscar Slotosch, Dr. Marcel Beemster, Model-Based Tool Qualification of the TI C/C++ ARM® Compiler

[13] www.verifysoft.com, Qualification Kit for Testwell CTC

[14] Mirko Conrad, Ines Fey, ISO 26262 – Exemplary Tool Classification of Model-Based Design Tools

[15] www.ibm.com IBM Rational Rhapsody Reference Workflow Guide Version 1.9

[16] www.validas.de User Manual of Tool Chain Analyzer Page Version 1.10.2

[17] Oscar Slotosch, Martin Wildmoser, Jan Philipps, Reinhard Jeschull, Rafael Zalman, ISO 26262 - Tool Chain Analysis Reduces Tool Qualification Costs