

Masterarbeit

**Variantenspezifische Abhängigkeitsregeln und
Testfallgenerierung in TESTONA**



BEUTH HOCHSCHULE
FÜR TECHNIK
BERLIN

University of Applied Sciences

Fachbereich VI - Technische Informatik - Embedded Systems



BERNER & MATTNER
AN ASSYSTEM COMPANY

Eingereicht am: 20. November 2014

Erstprüfer : Prof. Dr. Macos
Zweitprüfer : Prof. Dr. Höfig
Eingereicht von : Matthias Hansert
Matrikelnummer : s791744
Email-Adresse : matthansert@gmail.com

Dankessage

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Einleitung | 2 |
| 2 | Aufgabestellung | 3 |
| 3 | Fachliches Umfeld | 5 |
| 3.1 | TESTONA | 5 |
| 3.1.1 | Klassifikationsbaum-Methode | 5 |
| 3.1.2 | Testfälle und Testfallgenerierung | 6 |
| 3.1.3 | Abhängigkeitsregeln | 7 |
| 3.2 | IBM Rational DOORS | 7 |
| 3.3 | Variantenmanagement | 8 |
| 3.4 | Entwicklungsumgebung und Programmiersprache | 8 |
| 3.4.1 | Eclipse | 8 |
| 3.4.2 | Plugins | 9 |
| 3.4.3 | Standard Widget Toolkit (SWT) | 9 |
| 3.4.4 | JFace | 10 |
| 4 | Lösungsansätze | 11 |
| 4.1 | Oberfläche Design | 11 |
| 4.2 | Parameterspeicherung | 11 |
| 4.3 | Anhängigkeitsregeln und Testfallgenerierung | 11 |
| 5 | Systementwurf | 12 |
| 5.1 | Variantenmanagement und Parameter | 12 |
| 5.2 | Testfallgenerierung | 12 |
| 6 | Zusammenfassung und Ausblick | 13 |
| A | Anhang | 16 |
| A.1 | CD | 16 |

| | |
|--|------------|
| <i>INHALTSVERZEICHNIS</i> | III |
| A.2 code 1 | 17 |
| A.3 code 2 | 18 |
| Literatur- und Quellenverzeichnis | 19 |

Kapitel 1

Einleitung

Ziel dieser Masterarbeit ist die Erweiterung und Verbesserung des Berner & Mattner Werkzeuges TESTONA. Dieses Programm bietet Testern ein Werkzeug für eine strukturierte und systematische Ermittlung von Testszenarien und -umfänge [1]. Im Kapitel 3.1 wird weiteres zu dieses Programm und die Funktionsweise erläutert.

Die Erweiterung des Programmes besteht aus verschiedene Themen. Eins davon behandelt die Testfallgenerierung und die jeweilige Testabdeckung. Hier soll garantiert werden, dass bei einer automatischen Testfallgenerierung, eine höchstmögliche Testabdeckung erzielt wird.

Die Testfallgenerierung wird in dieser Arbeit beeinflusst, indem stärker die Produktvarianten betrachtet werden. Verschiedene Varianten beinhalten verschiedene Parameter und Produktkomponenten. Die Parameterwerte definieren auch verschiedene Produktvarianten. Durch das Add-On MERAN für die Anforderungsmanagementsoftware IBM Rational DOORS" können Anforderungen direkt in TESTONA importiert werden. Dabei sollen automatisch die Parameterwerte zur der jeweilige Produktvariante zugeordnet werden. Aus diesem Grund kann es zu Konflikte bei der Testfallgenerierung kommen, bzw. inkohärente Testfälle.

Um solche Probleme zu vermeiden oder umgehen, gibt TESTONA den Testern die Möglichkeit Abhängigkeitsregeln anzulegen. Hier können Anfangsbedingungen sowie Sonderbedingungen definiert werden. Dabei muss wiederum geachtet werden, dass die Produktvarianten nicht verletzt werden. Weiteres zu den Themen und Begriffen wird im Kapitel 3

Im Kapitel 2 wird genauer die Aufgabe dieser Masterarbeit erläutert und in den Kapiteln 4 und 5 jeweils eine Lösung vorgeschlagen und implementiert.

Kapitel 2

Aufgabestellung

Ziel dieser Masterarbeit ist die Verbesserung der Testfallgenerierung und der Testabdeckung bei mehreren Produktvarianten, die Ersetzung von Parameter, die Prozessoptimierung sowie die Handhabung für den Benutzer in der TESTONA-Umgebung. Jedes Produkt kann unterschiedliche Produktvarianten beinhalten und jede Variante besteht aus unterschiedlichen Komponenten mit unterschiedlichen Parametern. In Abhängigkeit von der ausgewählten Variante sollen bei der Testfallgenerierung die dazugehörigen Komponenten berücksichtigt werden und die erzeugten Testfälle dargestellt werden. Besonders zu beachten sind dabei die definierten Abhängigkeitsregeln sowie die darauf bezogene Testabdeckung.

Abhängigkeitsregeln werden definiert um redundante Testfälle zu vermeiden, bzw. um Vorbedingungen für die Testfälle zu erstellen. Da Varianten verschiedene Bauelemente beinhalten, kann es dazu kommen, dass Bauelemente für Abhängigkeitsregeln nicht vorhanden sind. Dadurch könnte TESTONA bei der Testfallgenerierung die Testabdeckung verfälschen, indem die Gültigkeit eines Testfalles nicht garantiert werden kann. Um dieses Problem zu umgehen, muss bei der Erzeugung von Abhängigkeitsregeln auf mögliche Konflikte hingewiesen werden. Für den Lösungsansatz gibt es verschiedene Thesen die analysiert werden müssen, um eine optimale Prozessoptimierung zu erreichen.

Um die Handhabung der Varianten bezogen auf die Testfälle und die Testgenerierung benutzerfreundlicher und effizienter zu gestalten, soll die Benutzung des Variantenmanagements durch einen Testingenieur untersucht werden. Resultierend aus den erworbenen Erkenntnissen wird das Lösungsdesign für eine Erweiterung des bestehenden Variantenmanagements in TESTONA konzipiert.

Einer der besonderen Eigenschaften von TESTONA ist die Kopplung mit Anforderungsspezifikationen die in IBM Rational DOORS definiert worden sind. Durch das DOORS Add-On MERAN können Anforderungen die in DOORS definiert sind, mit den zugehörigen Varianten verknüpft werden. Diese Varianten können in TESTONA eingebunden werden, durch eine erfolgreiche Anmeldung bei DOORS (über die TESTONA Oberfläche) und ein gezieltes Auswählen der gewünschten Varianten. Hierbei sollen die in den Anforderungen definierten Variablen (z.B. eine Geschwindigkeit oder Anzahl der Türen eines Autos) mit gespeichert werden. Im Klassifikationsbaum soll je nach ausgewählter Variante (z.B. der Name von Klassen) mit dem entsprechenden Wert ersetzt werden. Andere Lösungsmöglichkeiten werden noch untersucht.

Der derzeitige Varianten-Management-Ansatz in TESTONA ist nicht in der Lage für die Test-

fallgenerierung zwischen verschiedene Varianten zu unterscheiden. Zwar werden durch die Perspektive „Variant Management“ verschiedene Varianten unterschieden, aber die Testfälle müssen manuell mit den jeweiligen Varianten verknüpft werden. Im Falle einer automatischen Testfallgenerierung werden auch ungültige Bauelemente betrachtet (siehe Abbild 2.1 und 2.2). Um dies zu vermeiden muss der Testingenieur einzelne Generierungsregeln anlegen. Dieser Vorgang soll automatisiert und von TESTONA übernommen werden. Dabei gibt es verschiedene Betrachtungsweisen und mehrere Lösungswege. Entscheidend für die Lösung werden die erworbenen Kenntnisse über die Benutzung des Variantenmanagements durch einen Testingenieurs. Bei der Lösung ist zu beachten, dass eine komplette Testfallabdeckung garantiert werden muss.

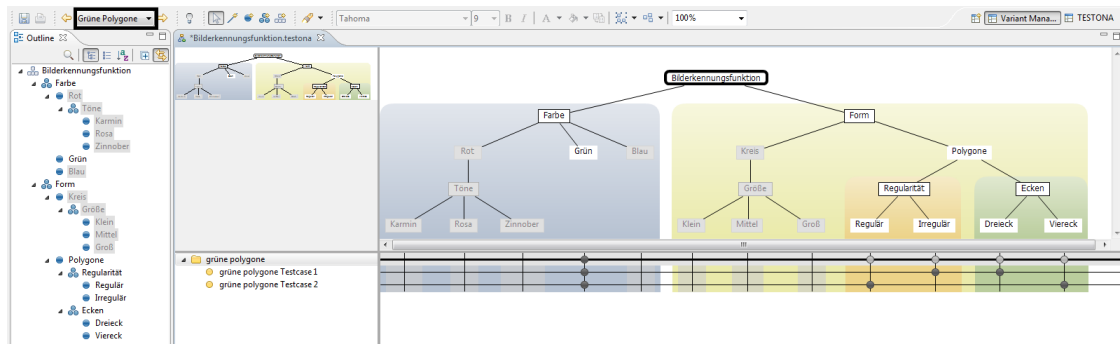


Abbildung 2.1: Design der Benutzeroberfläche

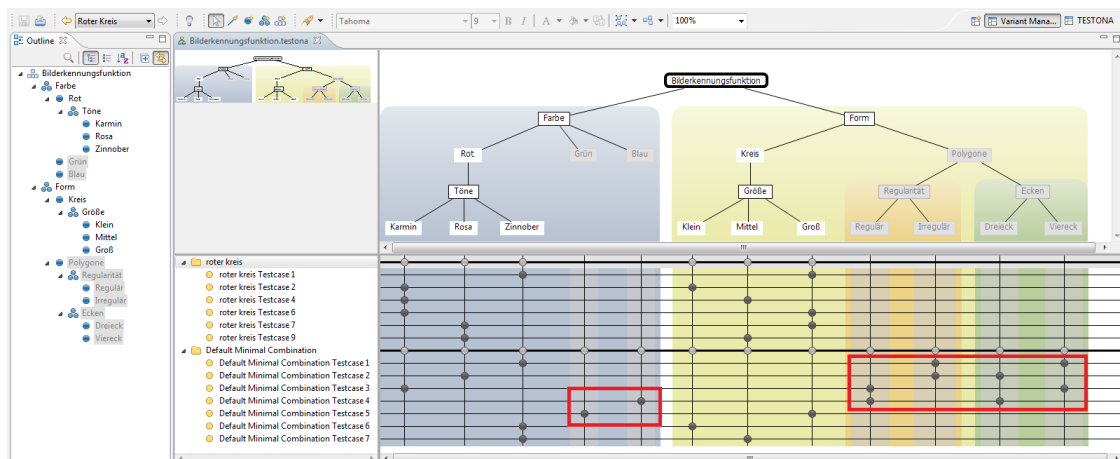


Abbildung 2.2: Design der Benutzeroberfläche

Kapitel 3

Fachliches Umfeld

mehr zu testabdeckung?

3.1 TESTONA

Mit TESTONA wird dem Tester ein Tool angeboten, um signifikante Testszenarien und -umfänge strukturiert zu bestimmen. Mit das Programm können komplette Testspezifikationen schnell und einfach generiert werden und überflüssige Testfälle vermeiden werden. Bei Bedarf gibt es die Möglichkeit automatische generierte Testspezifikationen und Testfälle bequem mit Anforderung verlinken (siehe 3.2). Durch Add-Ons an Standard-Werkzeuge werden robuste Schnittstellen für ein komfortables Anforderungs- und Testmanagement. Ein sehr wichtiger Aspekt von TESTONA ist, dass es Branchen-unabhängig ist. Dass heisst ein Tester kann TESTONA im jedem Fachgebiet benutzen, nicht nur bei Softwaretests.

Mehr zu Testfällen und die Arbeitsweise dieses Programms werden in er nächsten Kapiteln erläutert, wie zum Beispiel die anerkannte Klassifikationsbaum-Methode.

3.1.1 Klassifikationsbaum-Methode

In 1993 entwickelten K. Grimm und M. Grochtmann die Klassifikationsbaum-Methode zur Ermittlung funktionaler Backbox-Tests im Bereich von eingebetteter Software. Die Methode wurde im Forschungslabor von Daimler-Benz in Berlin als Weiterentwicklung der Category-Partition Method (CPM) erforscht. Gegenüber CPM hat die Klassifikationsbaum-Methode eine graphische Baum-Darstellung und hierarchische Verfeinerungen für implizite Abhängigkeiten. Als Werkzeug wurde der "Classification Tree Editor"(CTE) ¹ programmiert und unterstützt Partitionierung und Testfallgenerierung. Das Werkzeug von CPM konnte nur Testfälle generieren ohne Bestimmung der Testaspekte[6].

Diese Methode besteht aus zwei wichtige Schritten:

- Bestimmung der Klassifikationen (testrelevante Aspekte) und Klassen (mögliche Ausprägungen).

¹Entwickelt von Grochtmann und Wegener[9]. Bei Berner & Mattner aus rechtlichen Gründen zu TESTONA umbenannt

| No. | OS | CPU | Protokoll |
|-----|---------|-------|-----------|
| 1. | Windows | Intel | IPv4 |
| 2. | Windows | AMD | IPv6 |
| 3. | Linux | Intel | IPv4 |
| 4. | Linux | AMD | IPv6 |

Tabelle 3.1: Testfälle mittels paarweise Kombinatorik

- Erzeugung von Testfällen aus Kombinationen von unterschiedlichen Klassen für alle Klassifikationen

Ansatzpunkt sind die Funktionale Anforderungen (siehe ??) eines zu testendes Objekt. Um die Testfälle zu definieren und erzeugen, folgt die Methode das Prinzip des kombinatorischen Testentwurfs [11]. Dieses Prinzip hilft bei der Detektierung von Fehler in frühe Schritte des Testvorgangs. Nicht jeder einzelne Parameter steuert ein Fehler bei, eher werden Fehler verursacht durch die Interaktion verschiedene Parameter. Betrachten wir ein einfaches Beispiel, indem ein Programm auf Windows oder Linux laufen soll, unter Verwendung eines AMD oder Intel Prozessors und mit Unterstützung des IPv4 oder IPv6 Protokolls. Das ergibt intuitiv acht verschiedene Testfälle (2^3 Möglichkeiten). Verwenden wir dafür der kombinatorische Testentwurf "paarweise Kombination", hätten wir nur vier Testfälle (siehe Tabelle 3.1). Durch diese Methode werden alle Kombinationspaare der Parameter mindestens durch ein Testfall gedeckt[8].

Die Effizienz von diesen einfachen kombinatorischen Entwurf ist bei komplexeren System zu sehen. Hat ein System 20 verschiedene Schalter und jeder Schalter 10 verschiedene Einstellungen, so gibt es 10^{20} verschiedene Kombinationen. Durch Anwendung der paarweise Kombination muss der Tester nur 180 Testfälle betrachten.

Ein Experiment hat gezeigt, dass durch die Verwendung von die paarweise Kombinatorik die gleichen oder meistens mehrere Fehler entdeckt wurden, als mit manuelle Testauswahl². Paarweise Kombinatorik ist am meisten verbreitet, aber man kann durchaus auch Drei-Werde-Kombinatorik verwenden. TESTONA implementiert standardmäßig Minimalabdeckung, Paarweise-, Drei-Wege- und N-Kombinatorik (wo N die maximale Anzahl an möglichen Parameter im Klassifikationsbaum ist, auch vollständige Kombinatorik genannt)[8].

3.1.2 Testfälle und Testfallgenerierung

Unter ein Testfall ist zu verstehen, die Beschreibung eines elementaren Zustands eines Testobjekts. Hierfür werden Eingangsdaten benötigt (Parameterwerte, Vorbedingungen) und ein erwarteter Folgezustand. Mit TESTONA werden Testfälle definiert für eine vereinbarte Testspezifikation. Laut IEEE 829 ist unter Testspezifikation die Durchführung von:

- **Testentwurfsspezifikation:** verfeinerte Beschreibung der Vorgehensweise für das Testen einer Software
- **Testfallspezifikation:** dokumentiert die zu benutzenden Eingabewerte und erwarteten Ausgabewerte

²Basierend auf funktionelle und technische Anforderungen, Use-Cases

- **Testablaufspezifikation:** Beschreibung aller Schritte zur Durchführung der spezifizierten Testfälle.

zu verstehen. Da TESTONA in allen Testphasen einsetzbar ist, kann effizient die Arbeitszeit reduziert werden. Dazu hilft auch die automatische Testfallgenerierung und die verschiedenen kombinatorischen Möglichkeiten (siehe 3.1.1). Somit kann der Tester einen besseren Zeitplan erzeugen und die Arbeitskraft zielbewusst an der Ausführung und Auswertung der Testfälle beschäftigen.

Anhand der generierten Testfälle und die Benutzung von kombinatorischen Möglichkeiten kann der Tester einfach eine präzise Testtiefe bestimmen. Somit wird auch eine vereinbarte Testabdeckung erreicht.

3.1.3 Abhängigkeitsregeln

Abhängigkeitsregeln werden vereinbart, um überflüssige Testfälle zu vermeiden, bzw. um Vorbedingungen für bestimmte Testszenarien festzulegen. Abhängigkeitsregeln werden mithilfe von boolescher Algebra definiert wie folgende Abbildung zeigt:

screenshot testona AR manager
screenshot testona AR manager

Boolesche Operatoren:

| | |
|------|------------------------------|
| AND | : Konjunktion |
| NAND | : negierte Konjunktion |
| OR | : Disjunktion |
| NOR | : negierte Disjunktion |
| XOR | : ausschließende Disjunktion |
| % | : "don't care", Operator |
| => | : vom A folgt B |
| <=> | : A ist gleichwertig wie B |
| NOT | : Negation |

Durch die Verwendung dieser Operatoren werden wie folgt Abhängigkeitsregeln definiert:

beispiel von regeln aus testona, aus kapitel 1 oder 2
A AND B

3.2 IBM Rational DOORS

Quality Systems & Software (QSS) hat am Anfang der 90er Jahre DOORS (Dynamic Object Oriented Requirements System) entwickelt. Die Firma Telelogic kaufte im Jahr 2000 QSS, die wiederum 2008 von IBM übernommen wurde. DOORS ist eine Anforderungsmanagement Software und ermöglicht die Verwaltung und strukturierte Aufzeichnung von Anforderungen (als Objekte). Durch eine tabellarische Ansicht der Anforderungen können geordnet die Anforderungen und die zugehörigen Eigenschaften abgelesen werden. Als Eigenschaften sind eine eindeutige Identifikationsnummer, sowie vom Benutzer ausgewählte Attribute.

Bild von Doors Tabelle

Um Anforderungen im Laufe des Projektes zu verfolgen (Tracing), können Anforderungen miteinander verlinkt werden. DOORS basiert sich auf eine Client - Server Anwendung mit einer proprietären Datenbank.

Es werden auch Schnittstellen für den Datenaustausch zur Verfügung gestellt (Testmanagement-, Modellierungs- und Changemanagementwerkzeugen) dank der Unterstützung von RIF (Requirements Interchange Format). Durch diese Schnittstelle erhält TESTONA zugriff auf die gespeicherten Anforderungen in DOORS. [7] [10]

3.3 Variantenmanagement

3.4 Entwicklungsumgebung und Programmiersprache

nachfragen!
zuerst in welche programmiersprache?
danach weiter entwickelt in...?
import zu java und eclipse, warum eclipse?

TESTONA wurde ursprünglich in der Programmiersprache entwickelt. Mit der Weiterentwicklung wurde das Programm an portiert. Durch den Kauf von Berner & Mattner in 2008 wurde TESTONA bis zum jetzigen Zeitpunkt auf Java übersetzt und wird weiter mit der Entwicklungsumgebung Eclipse entwickelt.

3.4.1 Eclipse

Eclipse ist der Nachfolger von “IMB Visual Age for Java,, und ist ein quelloffenes Programmierwerkzeug zur Entwicklung verschiedener Art. Ursprünglich war Eclipse als integrierte Entwicklungsumgebung für Java benutzt, aber dank seiner Bedienbarkeit und Erweiterung ist mittlerweile für die Entwicklung in verschiedener Programmiersprachen bekannt (C/C++ und PHP, unter anderen). Die am 25 Juni 2014 veröffentlichte Version “Luna,, (Eclipse 4.4) ist die aktuellste Stand der Software.

Mit Eclipse 3.0 hat sich die Grundarchitektur von Eclipse geändert. Seit diesem Zeitpunkt ist Eclipse nur ein Kern, der einzelne Plug-Ins lädt. Jedes Plug-In stellt eine oder verschiedene Funktionalitäten zur Verfügung. Darauf aufbauend existiert die “Rich Client Platform,,(RCP). Diese ermöglicht Entwicklern Anwendungen zu programmieren, die auf das Eclipse Framework aufbauen, aber unabhängig von der Eclipse IDE ist.[5] [2]

3.4.2 Plugins

Ein Plug-In ist die kleinste ausführbare Softwarekomponente für Eclipse. Um eine Anwendung mit Eclipse RCP zu schreiben, werden mindestens diese drei Plug-Ins benötigt:

- Eclipse Core Plattform: steuert den Lebenszyklus der Eclipse Anwendung
- Standard Widget Toolkit: Programmierbibliothek zur Erstellung grafischen Oberflächen
- JFace: User Interface Toolkit für komplexeren Widgets

Weitere Plug-Ins, von der Eclipse Foundation implementiert, stehen den Programmierern zur Verfügung und unter "marketplace.eclipse.org" können auch von Privatentwickler programmierte Plug-Ins heruntergeladen werden. [2]

3.4.3 Standard Widget Toolkit (SWT)

SWT ist eine seit 2001 von IBM Programmierbibliothek für die Programmierung grafischen Oberflächen unter Java. Die Bibliothek benutzt, im Gegensatz zu Swing³, die nativen grafischen Elemente des jeweiligen Betriebssystems und ermöglicht die Erstellung von Anwendungen, die optisch ähnlich wie die nativen Anwendung des Betriebssystems. Durch die Verwendung der nativen grafischen Elemente, kann das Toolkit sofort Änderungen in das "look and feel", des Betriebssystems in der Anwendung aktualisieren und behaltet ein konstantes Programmiermodel in alle Plattformen. [4]

SWT beinhaltet sehr viele komplexe Eigenschaften, aber um eine robuste und benutzbare Anwendung zur Programmieren sind nur die Grundkenntnissen nötig. Eine typische SWT Anwendung hat folgende Stuktur:

- Ein *Display* deklarieren, dieser Repräsentiert die SWT Modus
- Erstellen eines *Shell*, welche als Hauptfenster dient
- Erzeugung eines Widgets
- Initialisierung der Widgetparameter
- Öffnen des Fensters
- Starten der Event-Schleife bis eine Abbruchbedingung erfüllt wird (Schließen des Fenster vom Benutzer)
- Entsorgen des Displays

```
1 public static void main (String [] args) {
2     Display display = new Display ();
3     Shell shell = new Shell (display);
4     Label label = new Label (shell, SWT.CENTER);
5     label.setText ("Hello_world");
6     label.setBounds (shell.getClientArea ());
7     shell.open ();
```

³Programmierschnittstelle und Grafikbibliothek für Java zum programmieren von grafischen Benutzeroberflächen.

```
8      while (!shell.isDisposed ()) {  
9          if (!display.readAndDispatch ()) display.sleep ();  
10     }  
11     display.dispose ();  
12 }
```

Listing 3.1: Beispiel einer SWT Anwendung

3.4.4 JFace

JFace ist eine User Interface Toolkit und setzt auf die von SWT gelieferten Basiskomponenten und stellt die Abstraktionsschicht für den Zugriff auf die Komponenten bereit. Es beinhaltet Klassen zur Handhabung gemeinsame Programmieraufgaben, wie zum Beispiel:

- Viewers: Verbindung von GUI-Elementen zum Datenmodell
- Actions: definiert Benutzeraktionen und spezifiziert wo diese zur Verfügung stehen
- Bilder und Fonts: gemeinsame Muster für den Umgang mit Bilder und Fonts
- Dialoge und Wizards: Framework für komplexere Interaktionen mit dem Benutzer
- Feldassistent: Klassen die Hilfe an den Benutzer anbieten für richtige Inhaltsauswahl bei Dialoge oder Formulare

SWT ist komplett unabhängig von JFace (und Plattform Code), aber JFace wurde konzipiert um SWT zu unterstützen bei allgemeine Benutzerinteraktionen. Eclipse ist wohl das bekannteste Programm das JFace benutzt.[3]

Kapitel 4

Lösungsansätze

4.1 Oberfläche Design

4.2 Parameterspeicherung

4.3 Anhängigkeitsregeln und Testfallgenerierung

Kapitel 5

Systementwurf

5.1 Variantenmanagement und Parameter

5.2 Testfallgenerierung

Kapitel 6

Zusammenfassung und Ausblick

Was war wirklich wichtig bei der Arbeit?
Wie sieht das Ergebnis aus?
Wie schätzen Sie das Ergebnis ein?
Gab es Randbedingungen, Ereignisse, die die Arbeit wesentlich beeinflußt haben?
Gibt es noch offene Probleme?
Wie könnten diese vermutlich gelöst werden?

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|-----|---|---|
| 2.1 | Design der Benutzeroberfläche | 4 |
| 2.2 | Design der Benutzeroberfläche | 4 |

Listings

| | | |
|-----|--|---|
| 3.1 | Beispiel einer SWT Anwendung | 9 |
|-----|--|---|

Anhang A

Anhang

A.1 CD

Inhalt:

- Quellen
- PDF-Datei dieser Arbeit

A.2 code 1

lhier kommt java code

A.3 code 2

lhier kommt auch java code

Literaturverzeichnis

- [1] Berner & Mattner, <http://www.testona.net>. *TESTONA*, Oktober 2014.
 - [2] Eclipse Foundation, <http://eclipse.org>. *Eclipse*, Oktober 2014.
 - [3] Eclipse Foundation, <http://help.eclipse.org>. *Eclipse Help*, Oktober 2014.
 - [4] Eclipse Foundation, <http://eclipse.org/swt>. *Eclipse SWT*, Oktober 2014.
 - [5] Eclipse Foundation. *Eclipse 4.0 RCP*. Someone, 2014.
 - [6] M. Grochtmann and K. Grimm. *Classification Trees For Partition testing, Software testing, Verification & Reliability, Volume 3, Number 2*. Wiley, 1993.
 - [7] IBM, <http://www-03.ibm.com/software/products/de/ratidoor>. *IBM DOORS*, Oktober 2014.
 - [8] IEEE Computer Society, https://courses.cs.ut.ee/MTAT.03.159/2013_spring/uploads/Main/SWT_comb-paper1.pdf. *Combinatorial Software Testing*, 2009.
 - [9] Quality Week 1995, http://www.systematic-testing.com/documents/qualityweek1995_1.pdf. *Test Case Design Using Classification Trees and the Classification-Tree Editor CTE*, 1995.
 - [10] Gerhard Versteegen. *Anforderungsmanagement: Formale Prozesse, Praxiserfahrungen, Einführungsstrategien und Toolauswahl*. Springer, 2004.
 - [11] Wikipedia, <http://de.wikipedia.org/wiki/Klassifikationsbaum-Methode>. *Klassifikationsbaum-Methode*, Oktober 2014.
-