Pflichtenheft

Simon Bischof, Jan Haag, Adrian Herrmann, Lin Jin, Tobias Schlumberger, Matthias Schnetz

Praxis der Softwareentwicklung
Automatisches Prüfen der Korrektheit von Programmen

WS 2011/2012

Inhaltsverzeichnis

1 Produktübersicht

Das Produkt ist ein Werkzeug zur Analyse und Korrektheitsprüfung von Programmen.

Der Benutzer interagiert über eine grafische Oberfläche, die neben einem Editor für die Erstellung und Bearbeitung von Programmen auch detaillierte Rückmeldungen zum aktuellen Programmzustand sowie weiterführende Hilfen zur Verfügung stellt.

Nach dem Erstellen eines Programms mit der im Anhang spezifizierten While-Sprache wird dieses zunächst übersetzt. Über das Ergebnis dieser Analyse sowie eventuelle Fehler wird der Benutzer über die grafische Oberfläche informiert.

Im Anschluss entsteht nach einer Erweiterung des Quelltextes um Annahmen in Form einer definierten Annotationssprache durch den Benutzer ein beweisbares Programm, welches mit den zur Verfügung stehenden Methoden zur Analyse des Programms untersucht werden kann.

Für diese Zwecke bietet das Produkt sowohl eine statische als auch dynamische Prüfung des Programmes an. Bei der dynamischen Prüfung kann der Benutzer Eingabeparameter frei wählen und das Programm mit diesen starten. Während der Ausführung werden die angegebenen Annotationen überprüft. Im Fehlerfall wird das Programm im Fehlerzustand eingefroren und der Benutzer über die grafische Oberfläche informiert.

Bei der statischen Überprüfung wird versucht, die Annotationen als korrekt zu beweisen. Wenn der Beweis gelingt, gibt das Programm dem Benutzer dies über die grafische Oberfläche bekannt; anderenfalls liefert das Programm ein Gegenbeispiel oder signalisiert, dass es keine Entscheidung treffen kann.

2 Zielbestimmung

2.1 Interpreter / Run-time Checker

2.1.1 Musskriterien

- schrittweise Ausführung eines Programms
- Inspektion des aktuellen Programmzustands durch den Benutzer
- Prüfung von Zusicherungen in Programmen zur Laufzeit

2.1.2 Sollkriterien

- Auswertung von Formeln mit Quantoren über eingeschränkten Bereich

2.1.3 Kannkriterien

- Auswertung von benutzerdefinierten Ausdrücken über Programmzustand
- Auswertung von Formeln mit Quantoren mit Hilfe eines Beweisers
- Breakpoints zum Halten der Ausführung eines Programms an definierten Stellen
- Randomisiertes Testen in vorgegebenen Grenzen

2.2 Grafische Benutzeroberfläche

2.2.1 Musskriterien

- englische Sprache
- Steuerung der einzelnen Komponenten des Systems
- Anzeige von fehlgeschlagenen Laufzeitprüfungen
- Speichern und Laden von Quelltexten

2.2.2 Kannkriterien

- Syntax Highlighting
- Hilfe zur Syntax der While-Sprache und der Annotationssprache
- Markierung der aktuellen Zeile beim Halten der Ausführung

2.2.3 Abgrenzungskriterien

- Optionen, die keinen echten Mehrwert bieten

2.3 Verifikation

2.3.1 Musskriterien

- formale Verifikation eines Programms mit Hilfe eines Beweisers

2.4 While-Sprache

2.4.1 Musskriterien

- Zuweisungen, Bedingten Anweisungen und Schleifen
- Turing-Vollständigkeit

2.4.2 Kannkriterien

- Programmiersprache unterstützt Methodenaufrufe

2.4.3 Abgrenzungskriterien

- Variablentypen außer Ganzzahl, Boolean und Arrays
- Implementierung eines Heaps
- Implementierung von Nebenläufigkeit
- überladen von Methoden

2.5 Annotationssprache

2.5.1 Musskriterien

- Ausdrücke in Annotationen ähnlich wie in der Programmiersprache, zusätzlich Quantoren
- Zusicherungen erlauben Aussagen der Prädikatenlogik
- Annotationen assert und assume

2.5.2 Sollkriterien

- syntactic sugar für Vor- und Nachbedingungen, (In)Varianten und globale Annahmen

3 Produkteinsatz

Das Produkt ermöglicht dem Benutzer die Analyse eines Programmes, das in der im Anhang beschriebenen While-Sprache geschrieben ist. Dabei ist es sowohl möglich, die Anweisungen des Programms schrittweise oder komplett zu durchlaufen und dabei zur Laufzeit auf im Programmcode durch Annotationen eingebettete Zusicherungen zu überprüfen, als auch die formale Verifikation des Programms mithilfe des automatischen Theorembeweisers Z3 von Microsoft.

3.1 Anwendungsbereiche

- Formale Verifikation von Programmen
- Testen von Programmen der While-Sprache

3.2 Zielgruppen

- Softwareentwickler / Anwendungsentwickler

3.3 Betriebsbedingungen

- übliche Beweiserlaufzeit: 1 Stunde

4 Produktumgebung

4.1 Software

- Java Runtime Environment SE 6 oder höher
- Windows NT 4.0 oder neuer oder Betriebssystem mit Wine

4.2 Hardware

- mindestens 512 MB Arbeitsspeicher

4.3 Schnittstellen

- Das Produkt erzeugt Dateien im SMT-LIB 2.0 Format als Schnittstelle zu Z3

5 Funktionale Anforderungen

5.1 Übersicht

GUI	
/F1010/	Anzeige von Quelltext
/F1020/	Syntax Highlighting
/F1030/	Veränderung des Quelltextes
/F1040/	Speichern des Quelltextes in eine Datei
/F1050/	Laden eines Programms aus einer Datei
/F1060/	Anzeigen von Syntaxfehlern
/F1070/	Anzeigen von Typfehlern
/F1080/	Anzeigen von Laufzeitfehlern
/F1090/	Setzen und Entfernen von Breakpoints
/F1100/	Anzeige des Programmzustands
/F1110/	Anhalten des Programmablaufs
/F1120/	Abbrechen des Programmablaufs
/F1130/	Anzeige von fehlgeschlagenen Annotationsbedingungen
/F1140/	Eingabe von benutzerdefinierten Ausdrücken
/F1150/	Anzeige der Beweisereinstellungen
/F1160/	Laden der Beweisereinstellungen aus einer Datei
/F1170/	Speichern der Beweisereinstellungen in eine Datei
/F1180/	Starten des Beweisvorgangs
/F1190/	Anzeige des Ergebnis des Beweisers
Interpreter	
/F2010/	Erkennen von Syntaxfehlern
/F2020/	Erkennen von Typfehlern
/F2030/	Ausführen eines Programms
/F2040/	Anhalten des Programmablaufs bei einem Fehler
/F2050/	Auswertung von benutzerdefinierten Ausdrücken
/F2060/	Auswertung der Ausdrücke der Annotationssprache
Beweiser	
/F3010/	Beweiservorgang durchführen

5.2 Details

5.2.1 GUI

/F1010/ Anzeige von Quelltext
Der Benutzer sieht den Quelltext des aktuellen Programms in der grafischen Oberfläche.

/F1020/ Syntax Highlighting
Teile des angezeigten Quelltextes werden abhängig von ihrer Bedeutung in unterschiedlichen Farben angezeigt.

/F1030/ Veränderung des Quelltextes
Der Benutzer kann den angezeigten Quelltext verändern oder einen neuen Quelltext eingeben.

/F1040/ Speichern des Quelltextes in eine Datei
Der Benutzer kann den eingegebenen Quelltext in eine Datei speichern. Dabei gibt der Benutzer den gewünschten Speicherort und den Dateinamen über eine grafische Oberfläche an.

/F1050/ Laden eines Programms aus einer Datei
Der Benutzer kann ein Quellcode eines Programms aus einer Datei laden. Hierbei gibt der Benutzer die zu ladende Datei über eine grafische Oberfläche an.

/F1060/ Anzeigen von Syntaxfehlern
Wenn der Interpreter Syntaxfehler erkannt hat (→/F2010/), wird dies dem Benutzer angezeigt, wenn er die Programmausführung oder die Beweisführung anfordert.

/**F1070**/ Anzeigen von Typfehlern
Wenn der Interpreter Typfehler erkannt hat (→/F2020/), wird dies dem Benutzer angezeigt, wenn er die Programmausführung oder die Beweisführung anfordert.

/**F1080**/ Anzeigen von Laufzeitfehlern
Wenn bei der Ausführung eines Programmes durch den Interpreter ein Fehler auftritt (→/F2040/), wird dies dem Benutzer angezeigt.

/**F1090**/ Setzen und Entfernen von Breakpoints
Der Benutzer kann Breakpoints zur Pausierung eines Programmdurchlaufs an Stellen des angezeigten Quellcodes setzen und wieder entfernen.

/**F1100**/ Anzeige des Programmzustands
Der Benutzer sieht während der Ausführung eines Programms den aktuellen Inhalt aller globalen und lokalen Variablen. Die Anzeige wird nur aktualisiert, wenn das Programm die Ausführung pausiert.

/**F1110**/ Anhalten des Programmablaufs
Der Benutzer kann die Ausführung eines Programms anhalten. Dabei wird der aktuelle Programmzustand beibehalten.

/**F1120**/ Abbrechen des Programmablaufs
Der Benutzer kann die Ausführung eines Programms abbrechen. Dabei wird der Programmzustand verworfen.

/**F1130**/ Anzeige von fehlgeschlagenen Annotationsbedingungen
Meldet der Interpreter eine fehlgeschlagene Annotationsbedingung (→/F2050/), so wird dies dem Benutzer angezeigt.

/**F1140**/ Eingabe von benutzerdefinierten Ausdrücken
Der Benutzer kann während der angehaltenen Ausführung eines Programms Ausdrücke eingeben, die vom Interpreter ausgewertet werden und deren Ergebnis dem Benutzer angezeigt wird.

/**F1150**/ Anzeige der Beweisereinstellungen
Der Benutzer kann die aktuellen Einstellungen (→/D10/) für die Ausführung des Beweisers (→/F1180/) anzeigen lassen. Diese werden vor der Anzeige aus einer Datei geladen (→/F1160/) und bei einer Veränderung wieder in eine Datei geschrieben (→/F1170/).

/**F1160**/ Laden der Beweisereinstellungen aus einer Datei
Die Einstellungen für die Ausführung des Beweisers (→/D10/) werden automatisch aus einer Datei gelesen.

/**F1170**/ Speichern der Beweisereinstellungen in eine Datei
Die Einstellungen (→/D10/) werden in eine Datei gespeichert.

/**F1180**/ Starten des Beweisvorgangs
Der Benutzer kann den Beweisvorgang mit Hilfe des Beweisers unter den eingegebenen Einstellungen starten.

/**F1190**/ Anzeige des Ergebnis des Beweisers
Nach dem Durchlauf des Beweisers wird dem Benutzer das Ergebnis des Beweisvorgangs angezeigt.

5.2.2 Interpreter

/**F2010**/ Erkennen von Syntaxfehlern
Der Interpreter erkennt Syntaxfehler des eingegebenen Quelltextes.

/**F2020**/ Erkennen von Typfehlern
Der Interpreter erkennt Typfehler des eingegebenen Quelltextes.

/**F2030**/ Ausführen eines Programms
Die Anweisungen im aktuell angezeigten Quelltext können (optional mit Eingabe von Parametern) ausgeführt werden. Dabei sind folgende Ausführungsmodi möglich:

Single Step	Es wird auf eine Interaktion des Benutzers nur eine Anweisung ausgeführt.
Run until Breakpoint	Es werden sequentiell alle Anweisungen ausgeführt, bis das Programm beendet ist oder ein Breakpoint (→/F1090/) erreicht wird.

/**F2040**/ Anhalten des Programmablaufs bei einem Fehler
Tritt ein Fehler zur Laufzeit des Programms auf, wird die Ausführung abgebrochen und der Fehler dem Benutzer angezeigt.

/**F2050**/ Auswertung von benutzerdefinierten Ausdrücken
Der Benutzer kann Ausdrücke über den aktuellen Programmzustand auswerten lassen (→/F1140/).

/**F2060**/ Auswertung der Ausdrücke der Annotationssprache
Während der Programmausführung werden die Bedingungen der Annotationssprache ausgewertet. Schlägt eine Überprüfung fehl, so wird die Ausführung des Programms angehalten und dem Benutzer angezeigt, welche Bedingung falsch ist.

5.2.3 Beweiser

/**F3010**/ Beweiservorgang durchführen
Der Beweisvorgang für das aktuelle Programm wird durchgeführt.

6 Produktdaten

Es sind folgende Daten des Benutzers zu Speichern:
Produktdaten 1

Benutzereinstellungen

- Timeout in Sekunden für den Beweiser
- Speicherbegrenzung in Megabyte für den Beweiser

Produktdaten 2

Zuletzt geöffnetes Verzeichnis

- Das zuletzt durch /F1050/ geöffnete Verzeichnis.

7 Produktleistungen

- Verifikation- und Falsifikationsrückmeldungen vom Beweiser bezüglich der Spezifikation müssen korrekt sein, in anderen Fällen soll dem Benutzer mitgeteilt werden, dass der Beweiser das Problem nicht lösen kann
- Interpreter: Anweisungen mit weniger als 50 Operatoren werden in weniger als 0,1 Sekunde ausgeführt
- Parser: Programme mit 10.000 Zeilen werden in weniger als 1 Sekunde geparst
- vollständige Dokumentation der Syntax der While- und Annotationssprache

8 Weitere nichtfunktionale Anforderungen

Die Lizenz von Z3 erlaubt ausschließlich eine nicht-kommerzielle Benutzung.

9 Qualitätsanforderungen

- Programmiersprache muss erweiterbar sein
- mögliche Anbindung anderer Beweiser, die das SMT-LIB 2.0 Format unterstützen
- unter (durch benutzerdefinierte Einstellungen vorgegebene, →/F1150/) Normalbedingungen stürzt das Produkt nicht ab
- jede Aktion gibt in jedem Fall eine Rückmeldung an den Benutzer

10 Globale Testfälle und Testszenarien

Folgende Funktionssequenzen sind zu überprüfen:

/**T10**/ Eingabe des leeren Programms → keine Syntaxfehler

/**T20**/ Eingabe des leeren Programms ohne Annotationen, Beweisvorgang starten → Verifikation durch den Beweiser

/**T30**/ Eingabe des leeren Programms, Annotation `ensure false`, Programmausführung → Annotationsbedingung schlägt fehl

/**T40**/ Eingabe des leeren Programms, Annotation `ensure true`, Programmausführung → Annotationsbedingung schlägt nicht fehl

/**T50**/ Eingabe eines beliebigen Programms, Annotation `require false`, Programmausführung → Annotationsbedingung schlägt fehl, Programmausführung wird abgebrochen

/**T60**/ Eingabe eines Programms mit Zuweisung `x = 1`, Annotation `require x>0`, Programmausführung → Annotationsbedingung schlägt nicht fehl

/**T70**/ Eingabe eines Programms mit Syntaxfehler (z.B. fehlerhafte Klammerung, fehlendes Semikolon, Methodenname ist Keyword) → Anzeige des Syntaxfehlers

/**T80**/ Eingabe eines Programms mit while-Schleife oder if-Konstrukt, deren Bedingung kein boolean ist → Anzeige des Typfehlers

/**T90**/ Eingabe eines Programms mit einem Operator, der nur auf Ganzzahlen definiert ist und auf einen boolean angewendet wird → Anzeige des Typfehlers

/**T100**/ Eingabe eines Programms mit einem Operator, der nur auf booleans definiert ist und auf Ganzzahlen angewendet wird → Anzeige des Typfehlers

/**T110**/ Eingabe eines Programms mit einer Zuweisung eines boolean an eine Ganzzahl → Anzeige des Typfehlers

/**T120**/ Eingabe eines Programms mit einer Zuweisung einer Ganzzahl an einen boolean → Anzeige des Typfehlers

/**T130**/ Eingabe eines Programms mit einer Zuweisung einer Ganzzahl oder eines boolean an ein Array → Anzeige des Typfehlers

/**T140**/ Eingabe eines Programms mit einem Vergleichsoperator, der auf zwei unterschiedliche Typen ausgeführt wird → Anzeige des Typfehlers

/**T150**/ Eingabe eines Programms mit Zuweisung `y = 2x`, Annotation `ensure y==2x`, Beweisvorgang starten → Verifizierung durch den Beweiser

/**T160**/ Eingabe eines Programms mit Zuweisung `y = 2x`, Annotation `ensure y%2==0`, Beweisvorgang starten → Verifizierung durch den Beweiser

/**T170**/ Eingabe eines längeren Programms ohne Schleifen und ohne if-Konstrukt, Eingabe von Annotationen, die in jedem Fall wahr sind, Beweisvorgang starten → Verifizierung durch den Beweiser

/**T180**/ Eingabe eines längeren Programms ohne Schleifen und mit if-Konstrukt, Eingabe von Annotationen, die in jedem Fall wahr sind, Beweisvorgang starten → Verifizierung durch den Beweiser

/**T190**/ Eingabe eines längeren Programms mit Schleifen, Eingabe von Annotationen, die in jedem Fall wahr sind, Beweisvorgang starten → Verifizierung durch den Beweiser

/**T200**/ Eingabe eines Programms mit Annotation `ensure x!=x`, Beweisvorgang starten → Falsifikation durch den Beweiser

/**T210**/ Eingabe eines längeren Programms mit Schleife (z.B. russische Multiplikation, Maximum der Zahlen in einem Array), Eingabe von Annotationen, die in mindestens einem Fall falsch sind, Beweisvorgang starten → Falsifikation durch den Beweiser

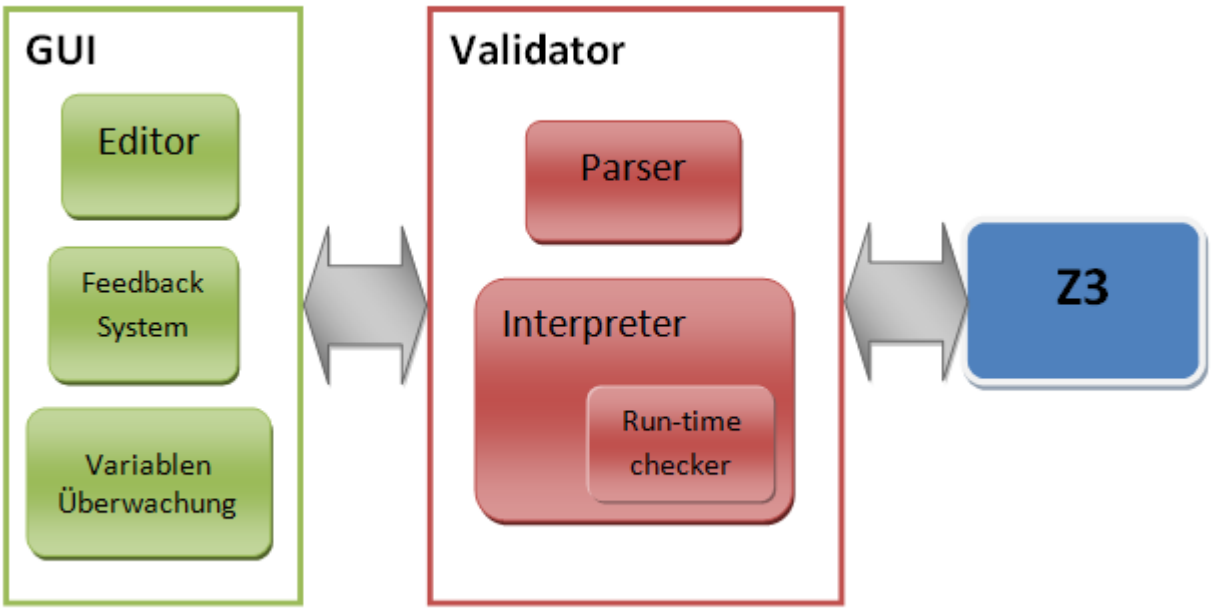
/**T220**/ Eingabe eines Programms mit Annotation `require x%2==0`, Zuweisung `y = 2*(x/2)` und Annotation `ensure (x==y)`, Beweisvorgang starten → Verifikation durch den Beweiser

/**T230**/ Eingabe eines Programms mit Division durch 0, Ausführung des Programms → Anzeige des Laufzeitfehlers

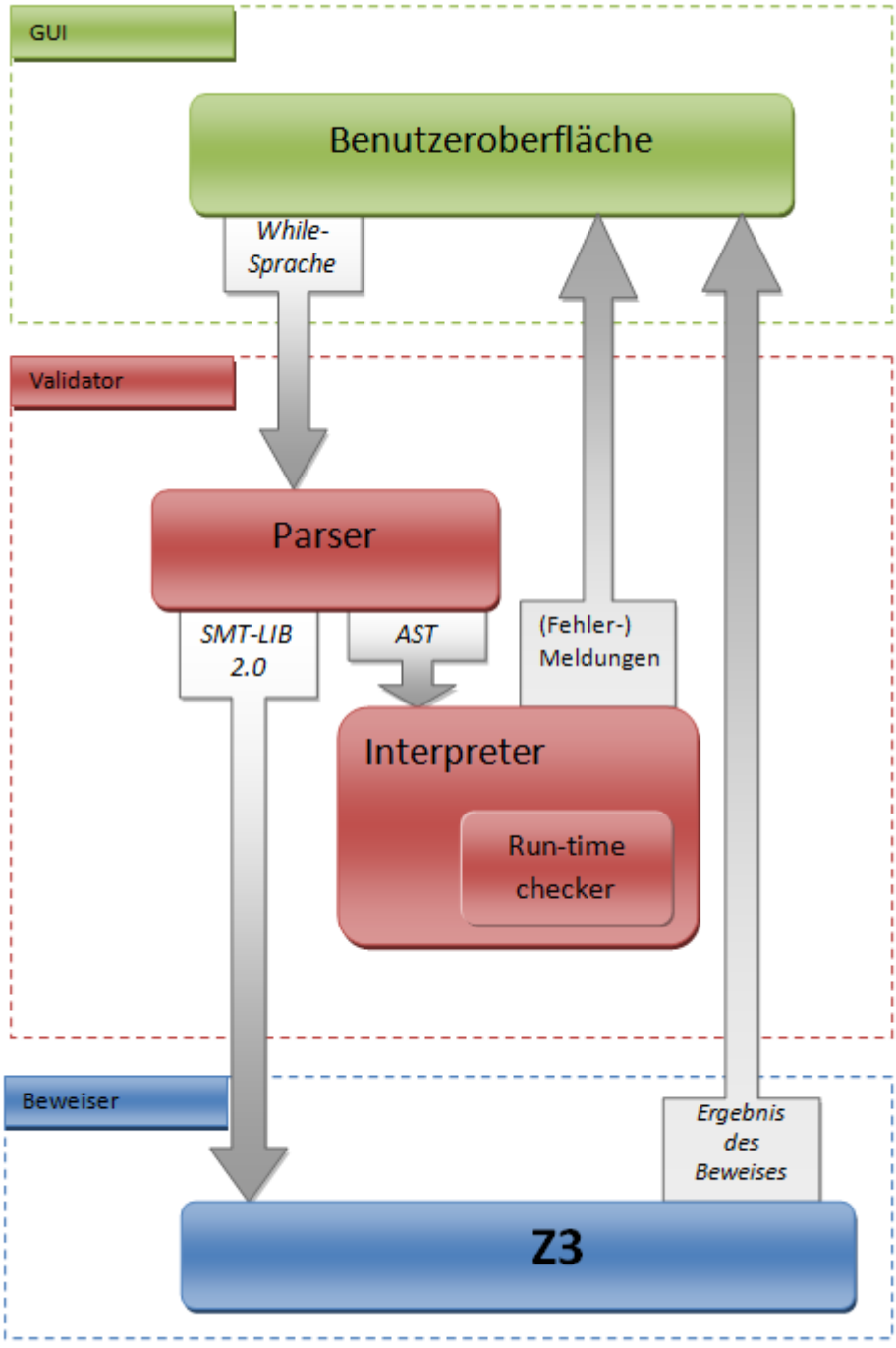
/**T240**/ Eingabe eines Programms mit Deklaration und Initialisierung eines Arrays, fehlerhafter Arrayzugriff, Ausführung des Programms→ Anzeige des Laufzeitfehlers

11 Systemmodelle

11.1 Komponentenübersicht

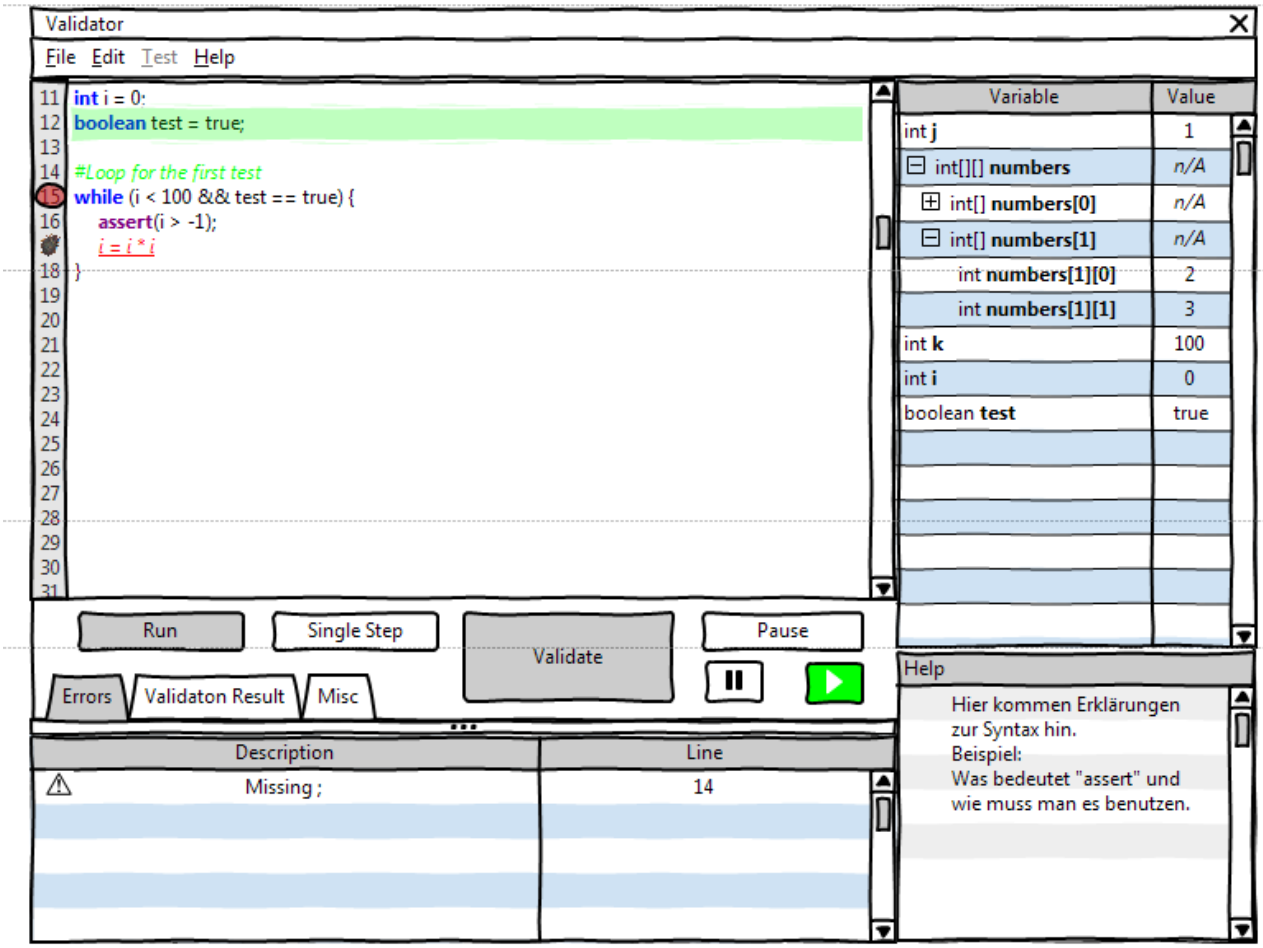


11.2 Workflow

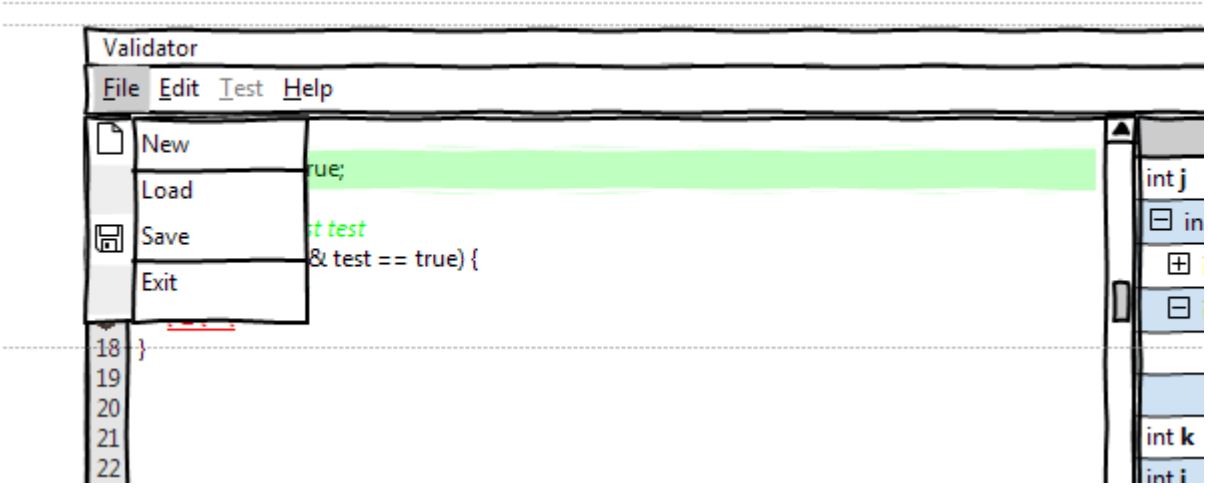


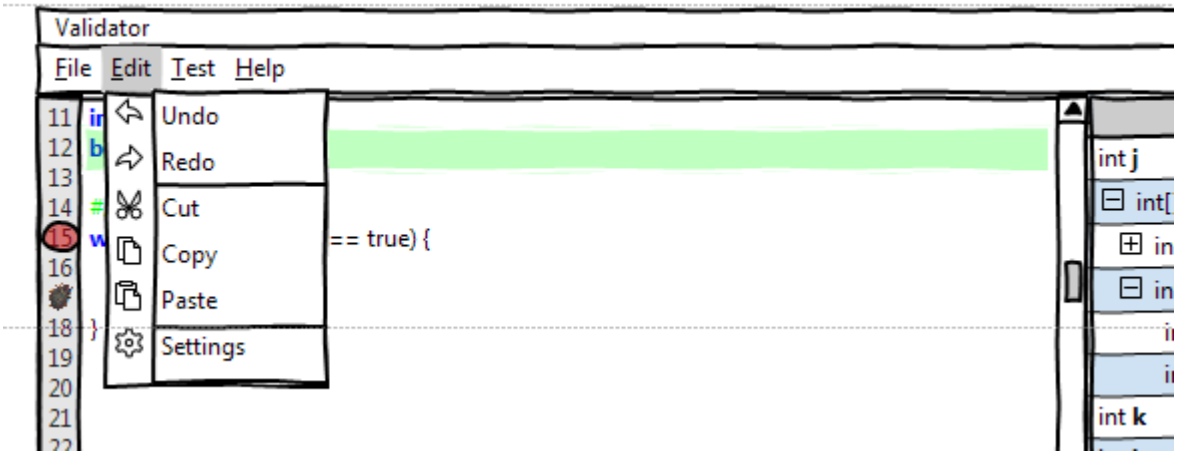
12 Benutzeroberfläche

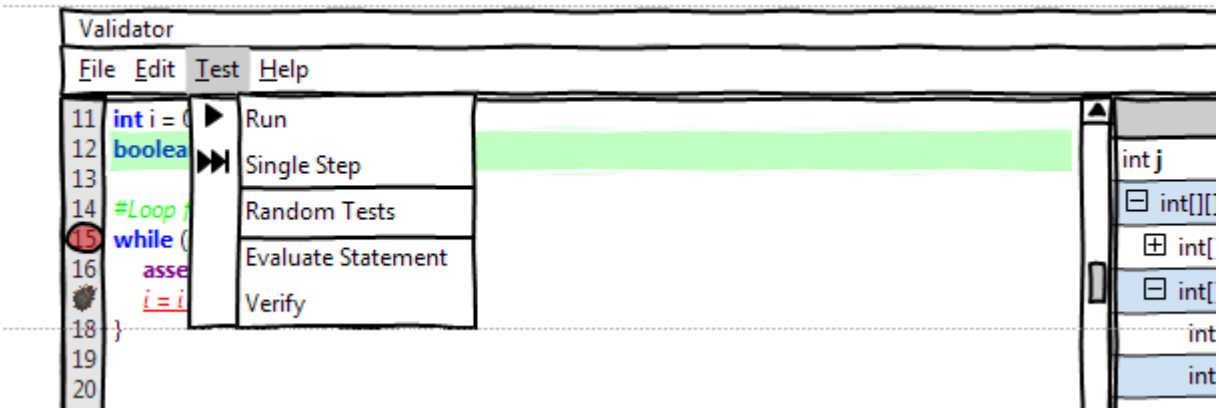
12.1 Übersicht

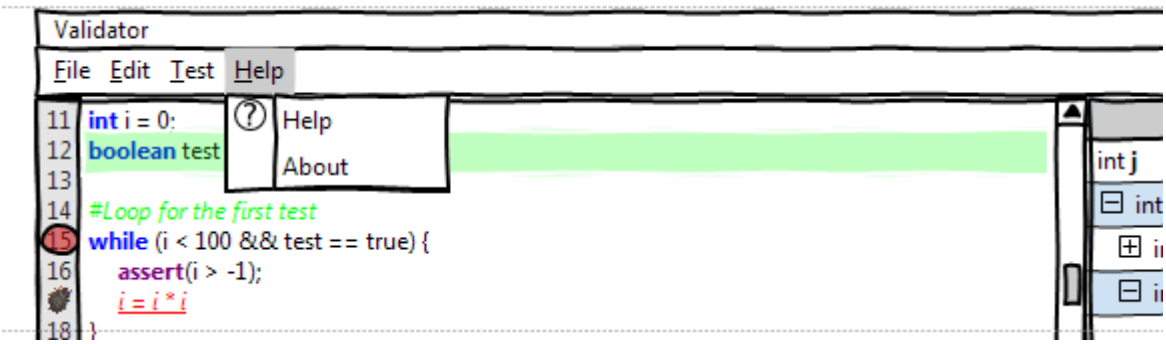


12.2 Menüpunkte









13 Spezielle Anforderungen an die Entwicklungsumgebung

Versionsverwaltung Git (GitHub)

Kommunikation E-Mail, GitHub Wiki

Dokumente LaTeX 2_ε

Programmiersprache Java

UML-Diagramme Dia, SD Edit (für Sequenzdiagramme)

Entwicklungsumgebung keine einheitliche, Ausschluss entwicklungsumgebungsspezifischer Dateien durch .gitignore

14 Zeit- und Ressourcenplanung

14.1 Projektplan

Komponente	Zeit
GUI	75 Stunden
Parser	75 Stunden
Interpreter	75 Stunden
Run-time Checker	100 Stunden
Typchecker	75 Stunden
Beweiseranbindung	100 Stunden

14.2 Phasenverantwortliche

Phase	Verantwortliche(r)
Pflichtenheft	Tobias
Entwurf	Adrian
Implementierung	Simon, Jan
Validierung	Lin
Abschlusspräsentation	Matthias

15 Ergänzungen

15.1 While-Sprache

15.1.1 Variablentypen

Ganzzahl ganze Zahl beliebiger Genauigkeit.

Boolean Wahrheitswert, entweder wahr oder falsch.

Array eine Zusammenfassung mehrerer Variablen eines Variablentyps. Die maximale Anzahl möglicher Variablen in einem Array ist nach erster Festlegung konstant. Ein Array kann mehrdimensional sein, dann ist die Größe jeder Dimension nach erster Festlegung konstant.

15.1.2 Sprachkonstrukte

Konstrukt	**Bedeutung**
sequentelle Komposition	Hintereinanderausführung von Anweisungen.
if-else	Ausführung bestimmter Anweisungen, falls eine Bedingung erfüllt ist. Ausführung anderer Anweisungen, falls die Bedingung nicht erfüllt ist.
while	Wiederholte Ausführung von bestimmten Anweisungen, wenn eine Bedingung erfüllt ist.
Methoden	Definition einer Folge von Anweisungen mit Parametern, die zu einem anderen Zeitpunkt im Programmablauf aufgerufen werden können, und einen Wert zurückgeben.
einzeilige Kommentare	Annotation, die keinen Einfluss auf die Quelltextverarbeitung haben.
Deklaration	Festlegung von Eigenschaften (Variablentyp, Bezeichner, ...) von Variablen und Methoden.

15.1.3 Operatoren

Operator	Eingabetypen	Ergebnistyp	Funktion
`==`	2 Variablen desselben Typs	Boolean	Prüft `T1` und `T2` auf Gleichheit, falls sie vom selben Variablentyp sind. Arrays sind gleich, wenn alle Elemente der tiefsten Ebene des Arrays gleich sind.
`!=`	2 Variablen desselben Typs	Boolean	Prüft `T1` und `T2` auf Ungleichheit, falls sie vom selben Variablentyp sind. Liefert denselben Wert wie die Negation von `==`.
`=`	1 Variable und ein Ausdruck	?	Weist der Variable den Wert des Ausdrucks zu, wenn dieser Wert vom selben Variablentyp ist, wie die Variable.
`<`	2 Ganzzahlen, `Ganzzahl1` und `Ganzzahl2`	Boolean	Prüft, ob `Ganzzahl1` kleiner als `Ganzzahl2` ist.
`>`	2 Ganzzahlen, `Ganzzahl1` und `Ganzzahl2`	Boolean	Prüft, ob `Ganzzahl1` größer als `Ganzzahl2` ist.
`<=`	2 Ganzzahlen, `Ganzzahl1` und `Ganzzahl2`	Boolean	Prüft, ob `Ganzzahl1` kleiner oder gleich `Ganzzahl2` ist.
`>=`	2 Ganzzahlen, `Ganzzahl1` und `Ganzzahl2`	Boolean	Prüft, ob `Ganzzahl1` größer oder gleich `Ganzzahl2` ist.
`+`	1 Ganzzahl, `Ganzzahl`	Ganzzahl	Gibt `Ganzzahl` zurück.
`-`	1 Ganzzahl, `Ganzzahl`	Ganzzahl	Gibt `-Ganzzahl` zurück.
`+`	2 Ganzzahlen, `Ganzzahl1` und `Ganzzahl2`	Ganzzahl	Addiert `Ganzzahl1` und `Ganzzahl2`.
`-`	2 Ganzzahlen, `Ganzzahl1` und `Ganzzahl2`	Ganzzahl	Subtrahiert `Ganzzahl2` von `Ganzzahl1`.
`*`	2 Ganzzahlen, `Ganzzahl1` und `Ganzzahl2`	Ganzzahl	Multipliziert `Ganzzahl1` mit `Ganzzahl2`.
`/`	2 Ganzzahlen, `Ganzzahl1` und `Ganzzahl2`	Ganzzahl	Dividiert `Ganzzahl1` durch `Ganzzahl2`. Das Ergebnis wird zur Null hin gerundet.
`%`	2 Ganzzahlen, `Ganzzahl1` und `Ganzzahl2`	Ganzzahl	Liefert den Rest der Ganzzahldivision von `Ganzzahl1` durch `Ganzzahl2`.
`!`	1 Boolean, `Boolean`	Boolean	Negiert den Wert von `Boolean`.
`&`	2 Boolean, `Boolean1` und `Boolean2`	Boolean	Liefert die Konjunktion von `Boolean1` und `Boolean2`.
`|`	2 Boolean, `Boolean1` und `Boolean2`	Boolean	Liefert die Disjunktion von `Boolean1` und `Boolean2`.

15.1.4 Sonstige Spracheigenschaften

- Lexical Scoping
- Kurzauswertung von logischen Operatoren

15.2 Annotationssprache

Die Annotationssprache besteht aus Ausdrücken der While-Sprache mit Quantoren und zusätzlich den folgenden Konstrukten:

`require`	Stellt eine Vorbedingung vor Schleifen oder Methoden dar.
`ensure`	Stellt eine Nachbedingung nach Schleifen oder Methoden dar.
`assert`	Stellt eine Bedingung an der aktuellen Stelle im Programmablauf dar.
`assume`	Stellt eine globale, als wahr angenommene Aussage dar.
`invariant`	Stellt eine Invariante einer Schleife dar.
`thereis`	Existenzquantor $\exists$
`forall`	Allquantor $\forall$

16 Glossar

Anweisung (Programm) Eine syntaktisch korrekte Vorschrift, die bei der Abarbeitung des Programms auszuführen ist.

AST Abstract Syntax Tree, eine Datenstruktur zur Darstellung der syntaktischen Struktur eines Programmcodes.

Beweiser Ein Programm, das versucht die Gültigkeit eines Theorems zu überprüfen. Ein Beispiel für ein solches Programm ist →Z3.

GUI Graphical User Interface, grafische Benutzeroberfläche.

Interpreter Ein Programm, das Quellcode ausführen kann.

Kurzauswertung Die Auswertung eines Ausdrucks wird abgebrochen, sobald der Wert des Ausdrucks bekannt ist.

Lexical Scoping Auf eine lokale Variable kann nur in ihrem lexikalischen Sichtbarkeitsbereich Bezug genommen werden.

Parser Ein Programm, das einen Quelltext in eine für die Weiterverarbeitung günstiges Format (z.B. →AST) umwandelt.

Run-time checker Programmkomponente, die Bedingungen zur Laufzeit eines Programms überprüft.

sequentielle Komposition Hintereinanderausführung von mehreren Anweisungen.

SMT-LIB 2.0 Ein Standardformat zur Beschreibung von Satisfiability Modulo Theories Problemen, d.h. Formeln der Prädikatenlogik erster Stufe.

Z3 Ein →Beweiser von Microsoft.