
Risikobasiertes statistisches Testen

Fabian Zimmermann

Robert Eschbach

Johannes Kloos

Thomas Bauer



Risikobasiertes statistisches Testen

Ziele von Risikobasiertem Testen

- Testen von Safety-kritischen Produkten
- Garantieren, dass das Produktrisiko geringer ist als das tolerierbare Risiko
- Tolerierbares Risiko ist in verschiedenen Standards festgelegt

Unser Ansatz: **Risikobasiertes modellbasiertes Testen**

Risikobasiertes statistisches Testen

- Erweiterung des modellbasierten statistischen Testen
- Statistische Aussagen über Zuverlässigkeit
- Betrachten von Risiko bei Modellerstellung
- Ableitung risikorelevanter Testfälle

Seite 3

Inhalt

- Einführung in modellbasiertes statistisches Testen
- Risikobegriff
- Risikobasiertes statistisches Testen
 - Modell-Veränderung
 - Benutzungs- und Risikoprofile
 - Offene Fragen

Seite 4

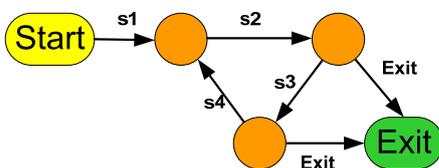
Modellbasiertes Statistisches Testen

- Nutzungsorientiertes Black-Box-Testen
- Liefert Statistiken bzgl. Systemqualität
- Durchführung eines statistischen Experiments

- Verwendung statistischer Methoden für
 - Testmodell-Erstellung
 - Testfallgenerierung
 - Analysis des Testmodells und der Testergebnisse
 - Zuverlässigkeitsschätzungen für Testobjekt

Seite 5

Modell basiertes statistisches Testen

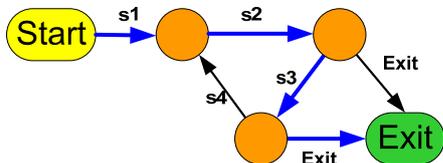


- Testmodell ist Zustandsautomat
- Enthält alle möglichen Stimuli
- Transitionen: Mögliche Eingaben (Stimuli) ins Testobjekt

- Zusätzliche Annotation mit erwarteten Ausgaben -> Model dient als Testorakel

Seite 6

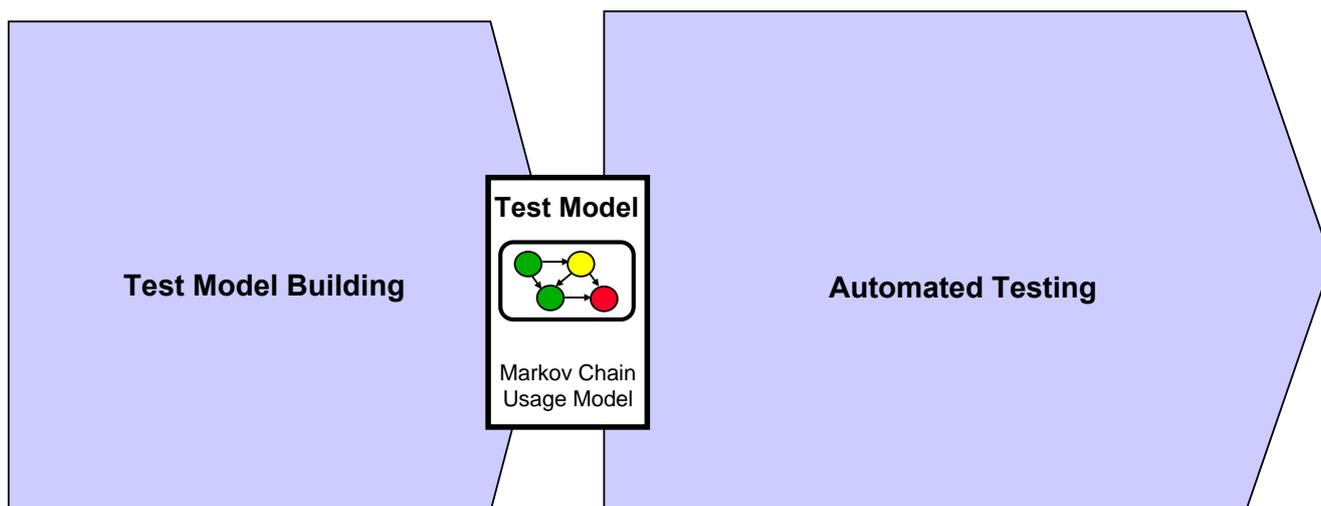
Testfälle



- Besondere Zustände:
 - START: Zustand in den sich System zu Beginn des Testfalls befindet
 - EXIT: Zustände, in denen Testfall beendet werden kann, haben Kante zu EXIT
- Testfälle sind Pfade von START nach EXIT
- Automatische Testfallableitung
- Hier Testfall mit Eingaben: **s1 s2 s3**

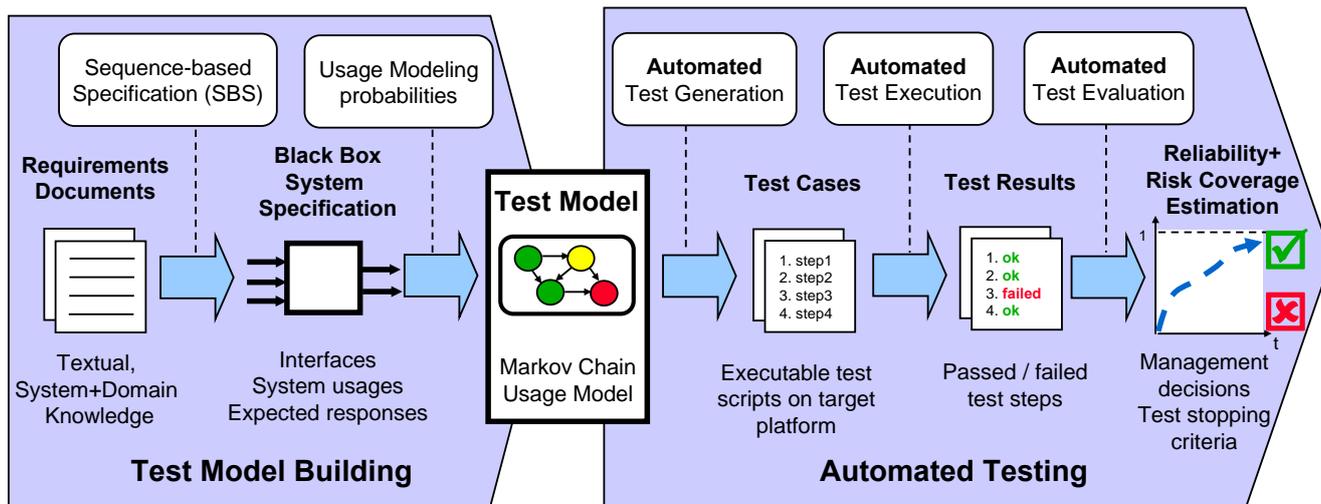
Seite 7

Modellbasiertes statistisches Testen



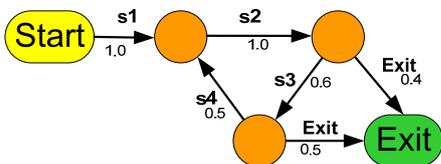
Seite 8

Modellbasiertes statistisches Testen



Seite 9

Markovkette zur Testfallgenerierung



- Annotation von Nutzungshäufigkeiten basierend auf Nutzungsprofilen
- Testmodell ist Markovkette
- Ableitung der Testfälle nach Nutzungshäufigkeiten (Ableitung als Zufallsexperiment)

-> Abgeleitete Testfälle entsprechen tatsächlicher Nutzung

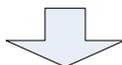
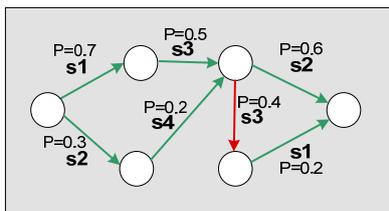
Seite 10

Statistische Testauswertung

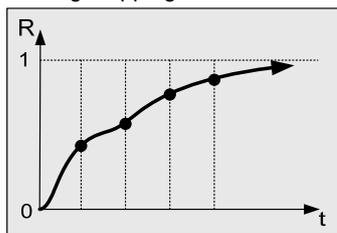
Detecting failure-sensitive parts in the test model

```

...
// Step: 1
execute_s1_java();
// Step: 2
execute_s3_java();
// Step: 3
execute_s3_java();
// Step: 4
execute_s1_java();
...
    
```



Estimating product quality
Finding stopping criteria for testing



Making decisions

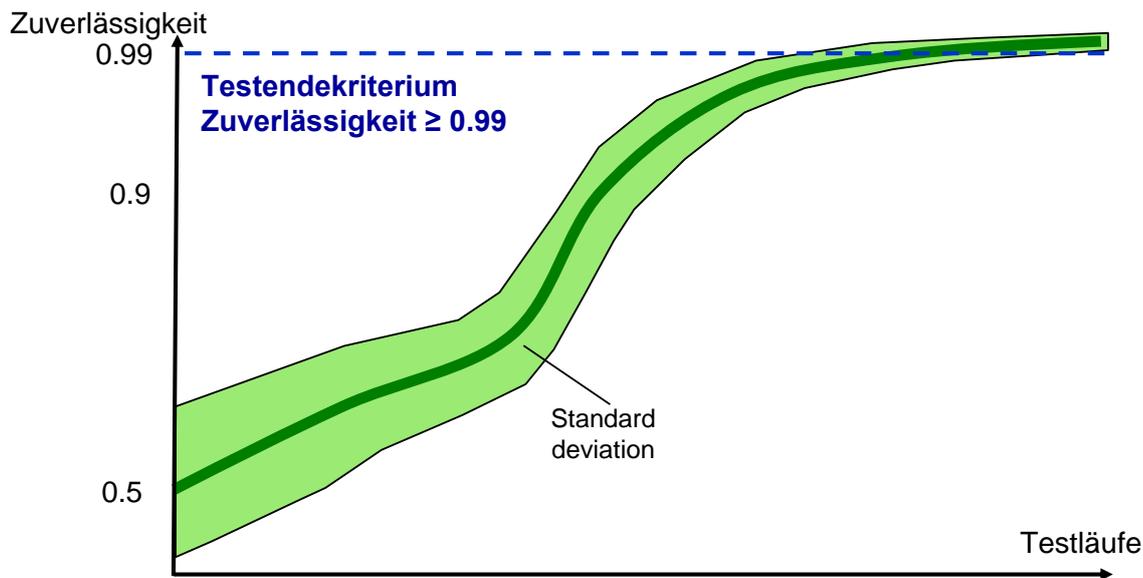


Statistische Werte für das Testobjekt

- Single Event Reliability
 - Wahrscheinlichkeit, dass nächster zufällig gewählter Stimulus kein Fehlverhalten erzeugt
- Single Use Reliability
 - Wahrscheinlichkeit, dass nächster zufällig gewählter Testfall kein Fehlverhalten erzeugt
- Single Arc Reliability
 - Wahrscheinlichkeit, dass bestimmte Transition fehlerfrei passiert wird

Single Event Reliability	
Single Event Reliability	0.981500
Single Event Variance	0.000001
Single Event Optimum Reliability	0.982900
Single Event Optimum Variance	0.000001
Use Reliability	
Single Use Reliability	0.892600
Single Use Variance	0.033800
Single Use Optimum Reliability	0.900700
Single Use Optimum Variance	0.030400

Zuverlässigkeitswerte als Testendekriterium



Seite 13

Risikobasiertes statistisches Testen

- Bisher: Keinerlei Risikobegriff
- Ableitung von vielen **nicht** risikorelevanten Testfällen
- Erster Ansatz: Risikoprofile statt Nutzungsprofile [Bauer08]
 - Keine statistischen Aussagen mehr möglich
 - Verdeckung von riskanten Transitionen durch unkritische Transitionen

Seite 14

Risikobegriff

- Jeder besitzt einen intuitiven Risikobegriff, eine genaue Definition ist aber schwierig
- IEC 61508: Kombination aus der einer **Gefährdung** und dem **potentiellen Ausmaß dieser Gefährdung**
- Andere Risiken neben Safety-Risiko:
 - Security-Risiko
 - wirtschaftliches Risiko

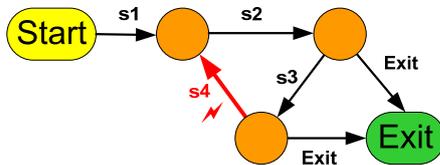
Seite 15

Risikobasiertes Testen

- Finden der kritischen Transitionen
- Annahme: Risiko tritt nur bei bestimmten Transitionen auf
- Ziel: Ableitung risikoreicher Testfälle

Seite 16

Identifizieren risikoreicher Transitionen



- Annahme: Risiko tritt nur an bestimmten Transitionen auf
- Identifizierung riskanter Transitionen durch Risikoanalyse (z.B. FTA)
- Hier: Transition mit Stimulus **s4** als kritisch identifiziert
- Ziel: Veränderung des Testmodells, sodass nur risikoreiche Testfälle abgeleitet werden

Seite 17

Trace-Erhaltung

- Forderung: alle neuen Testfälle waren schon im alten Modell ableitbar
- Risikolose Testfälle lassen sich nicht mehr ableiten

-> mehr relevante Testfälle

Seite 18

Nutzungs- und Risikoprofile

- Anpassung der Wahrscheinlichkeiten in Zuständen mit entfernten Exit-Transitionen: Normierung auf 1
 - Anpassung der Wahrscheinlichkeit *kürzester Pfad nach EXIT*, Möglichkeiten:
 - Wahrscheinlichkeit über diesen Pfad im ursprünglichen Modell nach Exit zu gelangen
 - Wahrscheinlichkeit ohne kritische Transition erneut zu passieren nach Exit zu gelangen
- > statistische Berechnungen für kritische Transition möglich

Seite 21

Erhaltung der Präfixverteilung

- Sei t eine risikoreiche Transition, M das ursprüngliche Modell, M' das für t veränderte Modell
- Dann verlangen wir:
 - Die Verteilung der Präfixe in Testfällen, die t enthalten, muss in M und M' gleich sein
- D.h. Wahrscheinlichkeitsverteilung der Stimulus-Präfixe von Risiko-Kante bleiben bei Modellveränderung erhalten
- Ausblick: Definition eines Zuverlässigkeitsmodells über Präfixverteilungen

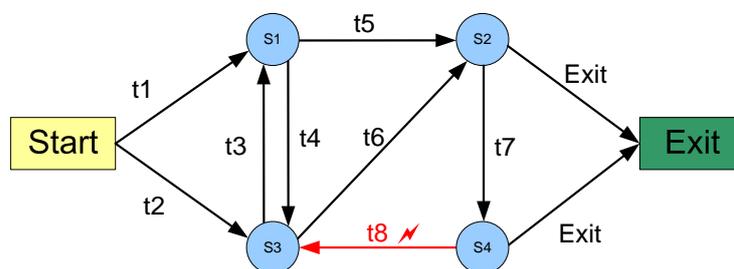
Seite 22

Mehrere kritische Transitionen

- Möglichkeiten:
 1. Modellveränderung, sodass mindesten eine kritische Transition passiert werden muss
 2. Modellveränderung, sodass alle kritischen Transitionen passiert werden müssen -> lange Testfälle
 3. Für jede kritische Transition ein Testmodell

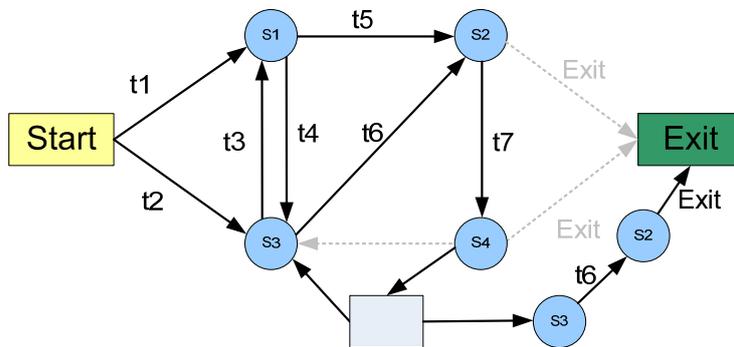
Seite 23

Beispiel: Modell mit kritischer Transition



Seite 24

Beispiel: Neues Modell zur Ableitung risikoreicher Testfälle



Seite 25

Vorteile

- Single arc reliability für Risiko-Transitionen
-> Zuverlässigkeitswerte für Safety-relevante Eingaben
- Testen bestimmter Risiken durch Auswahl der Risikotransitionen

Seite 26

Offene Fragen

- Wahrscheinlichkeit für Exit
- Mehrere Risiko-Transitionen
- Zuverlässigkeit über Präfixmengen
- Theorie der Transformationsoperatoren

Seite 27

Copyright © Fraunhofer IESE 2009



TAV-Treffen

Literatur

- [Amland00] Amland, S. 2000. Risk-based testing: risk analysis fundamentals and metrics for software testing including a financial application case study. *J. Syst. Softw.* 53, 3 (Sep. 2000), 287-295
- [Bach99] Bach, J., James Bach on Risk-Based Testing – How to conduct heuristic risk analysis, *Software Testing & Quality Engineering* November/December 1999, p. 23-28
- [Bauer08] Bauer, T., Stallbaum, H., Metzger, A., Eschbach, R. Risikobasierte Ableitung und Priorisierung von Testfällen für den modellbasierten System-test, SE09 München, 2008.
- [Chen02] Chen, Y., Probert, R. L., and Sims, D. P. 2002. Specification-based regression test selection with risk analysis. In *Proceedings of the 2002 Conference of the Centre For Advanced Studies on Collaborative Research* (Toronto, Ontario, Canada, September 30 - October 03, 2002). D. A. Stewart and J. H. Johnson, Eds. IBM Centre for Advanced Studies Conference. IBM Press, 1.
- [Prowell99] S. Prowell, C. Trammell, R. Linger, J. Poore, *Cleanroom Software Engineering: Technology and Process*, Addison-Wesley-Longman, 1999.
- [Prowell03] S. Prowell, J. Poore, "Foundations of sequence-based software specification", *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol. 29, No. 5, May 2003, 417-429.
- [Prowell04] S. Prowell, J. Poore, "Computing system reliability using Markov chain usage models", *Journal of Systems and Software*, Vol. 73, No. 2, October 2004, 215 - 225.
- [Redmill04] Redmill, F. 2004. Exploring risk-based testing and its implications: *Research Articles. Softw. Test. Verif. Reliab.* 14, 1 (Mar. 2004), 3-15.
- [Redmill05] Redmill, F. 2005. Theory and practice of risk-based testing: *Research Articles. Softw. Test. Verif. Reliab.* 15, 1 (Mar. 2005), 3-20.

Seite 28

Copyright © Fraunhofer IESE 2009



TAV-Treffen