Methodische und Praktische Grundlagen der Informatik (MPGI 3) WS 2008/09

Softwaretechnik

Steffen Helke

Andreas Mertgen (Organisation)

Rojahn Ahmadi, Georgy Dobrev, Daniel Gómez Esperón, Simon Rauterberg, Jennifer Ulrich (Tutorien)

Veranstaltungshinweis

Studierendenversammlung

Mittwoch, 22.10.08,14:15
im H 105 (Audimax)

Einladung des Studiendekans
Herr Heiß
für alle Studiengänge der Fakultät

Was machen wir heute?

- Organisatorisches
- Thematischer Überblick
- Motivation: **Beispiele für Softwarefehler**
- Versuch: Definition von **Softwaretechnik**

Organisatorisches: Übung / Tutorien

- **Reservierte Termine**
  Montags und Dienstags von 12-18 Uhr

  → **Erste Tutorien: 27./28.10. 2008**

- **Anmeldung und Info übers Web-Portal**
  http://www.isis.tu-berlin.de/course/view.php?id=1232

  Anmeldung ist bis zum 23.10.2008 möglich!

Inhalte der Übungsaufgaben

6 Übungsblätter zu den Themen

– Objektorientierte Analyse und Design mit UML nach dem Rational Unified Process (RUP)

– Java-Implementierung für eine Teilfunktionalität aus dem UML-Entwurf

– Spezifikation von Vor- und Nachbedingungen mit der Spezifikationssprache Object-Z

– Modellierung reaktiver Systeme mit Statecharts

Organisatorisches: Übungsaufgaben

- Bearbeitung **aller** Aufgaben ist erforderlich!
- Notwendig zur Klausurvorbereitung
- Gruppenarbeit: voraussichtlich 4 Personen
- Pünktliche Abgabe beim Tutor

Verspätete Abgaben können nicht berücksichtigt werden!

Organisatorisches: Klausuren

Voraussetzung:

- erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben

Es sind zwei Klausuren zu schreiben!

- Klausur A: Analyse und Design mit UML
- Klausur B: Object-Z und Statecharts

1. Termin 19.02.2009

- Beginn Klausur A: 8.30 Uhr
- Beginn Klausur B: 10.00 Uhr

2. Termin 09.04.2009 (normal zur Wiederholung)

Organisatorisches: Gesamtnote

Prüfungsäquivalente Studienleistung

- Übungsnote (50%)
- Klausurnoten (2*25%)

Hinweis:

Wer ohne triftigen Grund an beiden Klausurterminen fehlt, hat das Modul nicht bestanden!

Wiederholung von Prüfungsleistungen

Zweiter Versuch:

- erst im folgenden Jahr (WS 09/10)
- Wiederholung **aller** Teilleistungen erforderlich!

Dritter Versuch:

- mündlich, beim Professor

Ausnahme:

Wer am 19.02.09 die Klausur A oder B schreibt, darf diese bereits am 09.04.09 wiederholen (Übung wird angerechnet).

Diverse Prüfungsmodalitäten

- **Bachelor-Studiengänge**
  - Informatik (Softwartechnik + Praktikum → **MPGI3**)
  - Technische Informatik (Softwaretechnik → **MPGI3TI**)
- **Diplom-Studiengänge**
  - Informatik
  - Technische Informatik
- **Service-Teilnehmer**
  - Techno- und Wirtschaftsmathematik (TWM)
  - Wirtschaftsingenieure (Wi-Ing)
  - Informationstechnik im Maschinenwesen (ITM)
  - Sonstige (Mathe,E-Technik usw.)

Buchempfehlungen

- Sommerville: Software Engineering. Addison-Wesley. 2007.
- Balzert; Lehrbuch der Softwaretechnik. Spektrum. 2001.

- Seemann, Guldenberg: Software Entwurf mit UML2. 2006.
- Brügge, Dutoit: Objektorientierte Softwaretechnik mit UML, Entwurfsmuster und Java. 2004.

- Kruchten: The Rational Unified Process: An Introduction. Third Edition. Addison-Wesley. 2003.

- diverse Bücher über UML2, Object-Z und Statecharts

Unterlagen von unserem Lehrstuhl

→ **Besuch der Vorlesung wichtig!**

- kein explizites Skript
- Folien aus der Vorlesung
- Beispiele aus den Tutorien
- methodische Anleitungen in skriptähnlicher Form

Themen der Vorlesung

- Einführung in die Softwaretechnik
- Prozessmodelle (z.B. Rational Unified Process)
- Textuelle Anforderungsanalyse
- Objektorientierte Analyse und Entwurf mit UML
- Übergang zur Implementierung mit Java
- Architekturmodelle, Entwurfsmuster
- Formale Modellierung mit Object-Z,
- Modellierung reaktiver Systeme mit Statecharts

Softwaretechnik?

„ brauchen wir nicht "

Wir können **programmieren**,

Wir haben einen **Internetanschluß**

→ Wir können eine Softwarefirma gründen

und damit reich werden ☺

... *oder?*

Vorbemerkungen

Was geht schief? (nach J. Ludewig)

Menschen schaffen erstaunliche Artefakte

- Pyramiden Ägyptens
- Gotische Kathedralen
- Relativitätstheorie
- Verkehrsflugzeuge
- Platos Philosophie

Leider ist der Mensch **dumm**.

- Dummheit nicht als Gegensatz zur Intelligenz
- Sondern als Lücke zwischen Möglichkeiten und Kompetenz

Wer die Möglichkeiten ausschöpft und dabei seine Kompetenz überschreitet, ist **dumm**.

Wer sich innerhalb seiner Kompetenz bewegt, ist **weise**.

So haben die Menschen die Möglichkeit

- gigantische Verkehrsmittel zu bauen
- riesige Staaten und große Verwaltungen zu organisieren
- immer gewaltigere Konzerne zu schaffen
- Rechner durch ein umspannendes Netz zu verbinden

Oft reicht die Kompetenz aber nicht aus. Darum

- sind Titanic und Sowjetunion untergegangen
- trauern Daimler-Chrysler-Aktionäre um ihr Geld
- beschert uns das Web Viren und Spam
- stürzt Windows ab

Manchmal wächst Kompetenz später, leider ist das nicht sicher.

Fehlschläge in der Softwaretechnik

Ariane 5: Der Unfall des Fluges Ariane 501

- Am 4.6.96 endete der Jungfernflug der Ariane 501 nach 40 Sekunden mit einer Explosion.
- Die Herstellungskosten für die Rakete und die Fracht (4 Forschungssatelliten) sind 500 Mio US$.
- Der Flug war nicht versichert.
- Die Entwicklung der Rakete hat 10 Jahre und 7 Milliarden US$ beansprucht.
- Die eingesetzte Untersuchungskommission legte am 19.7.96 einen Bericht vor.

Ariane 5: Der Unfall des Fluges Ariane 501

Rückläufige Ereignisabfolge

- 39s nach Start lösen sich die Booster durch hohen aerodynamischen Druck ab.

  → Selbstzerstörung wird eingeleitet!

  Die eigenen Düsen lösten diesen Druck aus.

- Die Düsen wurden vom On-Board-Computer (OBC) gesteuert. Die Steuerung basierte auf Daten des Inertial Reference Systems (IRS).

- Das IRS enthielt ungültige Flugdaten. Das Backup-IRS produzierte auch ungültige Daten.

Overflow Run Time Error

Ursache: Eine Exception wurde ausgelöst bei der

Konvertierung einer 64-bit floating point Variable

in einen 16-bit signed Integerwert.

```
begin
  sensor_get(vertical_veloc_sensor);
  sensor_get(horizontal_veloc_sensor);
  vertical_veloc_bias   := integer(vertical_veloc_sensor);
  horizontal_veloc_bias := integer(horizontal_veloc_sensor);
  exception
      when numeric_error  => calculate_vertical_veloc();
      when others         => use_irs1();
```


Unterschiede zwischen Ariane 4 und 5

- Die Flugbahn der Ariane 5 weicht von der Flugbahn der Ariane 4 ab → Horizontalgeschwindigkeit verschieden.

- Deshalb enthielt die Variable einen Wert für die Horizontalgeschwindigkeit außerhalb ihres gültigen Wertebereichs.

- Der Fehler wurde nicht abgefangen und sondern ans Zweitsystem übergeben.

- Der Teil der Software, in dem der Fehler geschah, sollte bei der Ariane 5 nach dem Start nicht mehr arbeiten.

Welche Ursachen führten zum Unglück?

1. Codefehler führt zu Laufzeitfehler

- Zu großer Wert der Variablen → Speicherüberlauf
- Design des IRS wurde von der Ariane 4 übernommen.

2. Implementierungsentscheidung / Optimierung

- IRS-Computer sollte auf eine Arbeitslast von max. 80% eingestellt werden.
- Drei ungeschützte Variablen wurden statisch auf Fehlermöglichkeiten überprüft
- Fehlerbehandlung wurde für überflüssig befunden (Analyse benutzte Flugdaten der Ariane 4)

Weitere Ursachen

3. Änderung der Umgebung

- Programm war nach dem Start nicht notwendig, lief aber noch 40 Sekunden weiter
- Grundsatz: ein bisher funktionierendes System nicht ändern!

4. Globale Kontrollstruktur

- Das IRS schaltete sich nach einer Exception ab und vertraute auf Redundanz.
- Die ungültigen Daten wurden vom OBC ausgewertet.
- Die Redundanz der Systeme schützte nicht!

Aber es wurde doch getestet …

5. Unzureichende Tests

- Das IRS und das Restsystem wurden getrennt getestet.

6. Spezifikationsänderung: Flugbahn

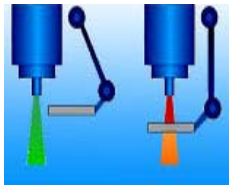
- Die Spezifikation für die IRS umfasste nicht die realen Flugbahndaten.

Empfehlungen der Kommission

- Es sollte keine Software-Funktion während des Fluges laufen, die nicht erforderlich ist.
- Testen sollte unter realistischen Bedingungen stattfinden → komplette Simulationen vor jeder Mission
- Spezifische Software-Qualifikations-Berichte für jedes Ausrüstungseinzelteil einführen
- Externe Experten bei den Überprüfungen einbeziehen
- Flugbahndaten in die Spezifikationen und Testanforderungen einfügen

Es gibt unzählige andere fatale Softwarefehler in der Geschichte der Informatik.

Therac-25-Beschleuniger (1985 - 87)



- Geräte zur Strahlentherapie
- Bestrahlung mit Beta- und Gamma-Strahlen
- Erzeugung von Gamma-Strahlen durch Eletronenenbeschuss eines Metallblocks
- Durch einen Softwarefehler ist Bestrahlung ohne Metallblock möglich.

Softwarefehler kostet fünf Menschen das Leben!

Quelle: Neumann, *Computer-Related Risks,* ACM Press, 1995

Netzausfall bei AT&T (1990)

- 15.1.1990 keine Vermittlung von 70 Millionen Ferngesprächen (9h Ausfall)
- Schaden bei AT&T ca. **75 Millionen US$**
- Folgeschäden bei Kunden mehrere 100 Millionen US$

Ursache: falsch gesetzter *break*-Befehl in neuer Software

- Aufspielen von älterer Software löste Problem

U-Bahn in London

- Am 10.4.1990 hatte der Fahrer einer U-Bahn Probleme.
- Er hatte den Startknopf bereits gedrückt.
- Zug verweigerte Abfahrt, da Tür klemmte.
- Fahrer stieg aus und behob das Problem.

Der Zug fuhr ohne Fahrer los!

Quelle: Neumann, *Computer-Related Risks,* ACM Press, 1995.

Spektakulärer Softwarefehler im TV

Warum ist es so schwierig, korrekte Software zu entwickeln?

Konflikte eines Softwareentwicklers

- Wie soll ich gleichzeitig Software wiederverwenden und weiterentwickeln?
- Wie soll ich Anforderungen festlegen und trotzdem auf geänderte Rahmenbedingungen reagieren?
- Wie können mehrere Leute getrennt entwickeln und trotzdem den Überblick behalten?

Konflikte eines Softwaretesters

- Ergeben viele korrekte Einzelteile wirklich ein korrektes Gesamtsystem?
- Wie soll ich ein komplettes System (Rakete) vorher testen und analysieren?
- Welche Annahmen über Ausfälle von Hardware und Software sind gerechtfertigt?

23. Februar 1984,
Business Week, 1. Seite

Software, The New Driving Force …

- Wirtschaftsfaktor
- Verantwortung
- Zuverlässigkeit

Pressman, 1986
- why does it take so long to get programs finished ?
- why are costs so high ?
- why can't we find all errors before we give the software to our customers ?
- why do we have difficulty in measuring progress as software is being developped

Software Engineering….

… ist die Anwendung von Prinzipien, Fähigkeiten und Kunstfertigkeiten auf den Entwurf und die Erstellung von Programmen und Systemen von Programmen.

Jack Dennis, 1975

… ist eine Technologie, mit der es möglich wird, ökonomisch Software zu erhalten, die zuverlässig ist und effizient auf realen Maschinen arbeitet.

F. L. Bauer, 1969

Softwareentwicklungsprojekte

Jedes Projekt ist einmalig
- Entwicklung muss planbar/überprüfbar sein

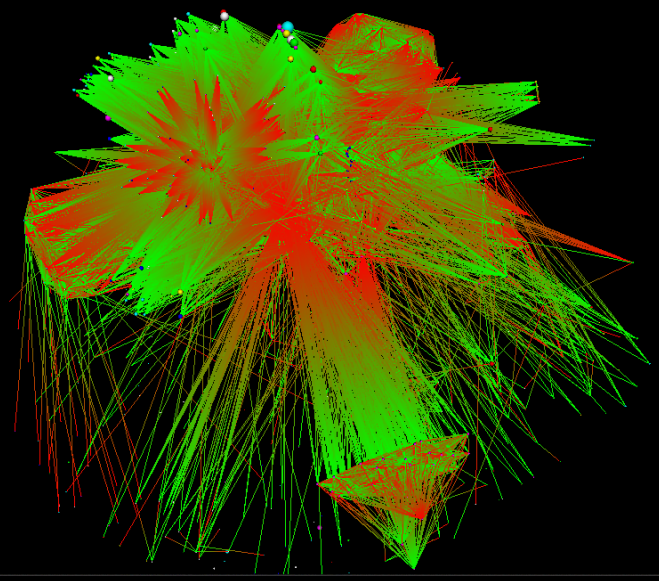
4-Variablen-Modell
- Einflussfaktoren, die ein Projekt bestimmen:
  1. Umfang
  2. Resourcen
  3. Qualität
  4. Zeit

[Kent Beck – Extreme Programming]

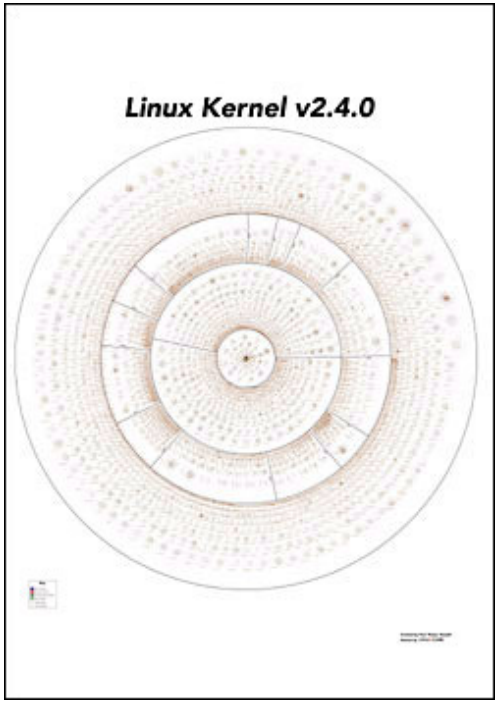
4-Variablen-Modell: Umfang (1)

- Ab wann ist Software „groß“?

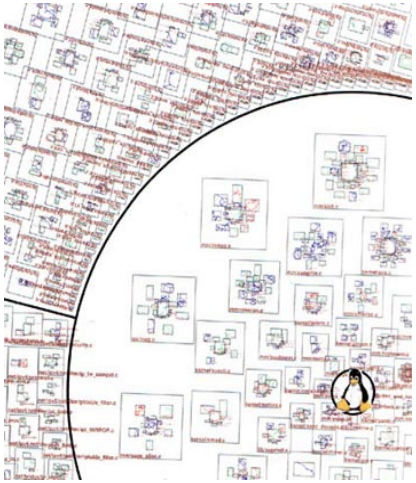
Bild eines 220 kLOC Programmes



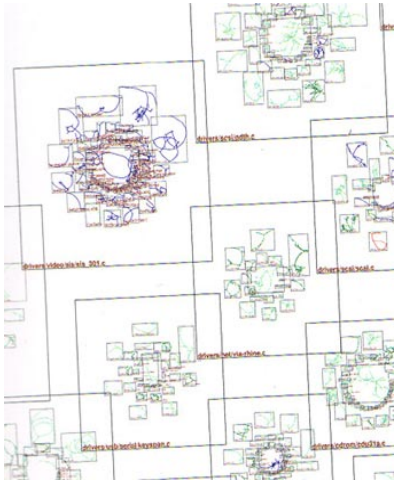
Software Tomograph, ©Prof.Lewerentz, Uni Cottbus



Linux Kernel 2.4 (Ausschnitt)



Linux Kernel 2.4 (Ausschnitt)



4-Variablen-Modell: Umfang (1)

- Ab wann ist Software „groß“?

> „I consider a system to be large if it is **larger than one mind**.“

- Nicht die reine Größe (z.B. LOC) entscheidet, sondern die **Komplexität**

4-Variablen-Modell: Resourcen (2)

- Große Software wird von großen Entwicklungs**teams** geschrieben.
- Team-Arbeit erfordert Koordination
  - gleichmäßige Auslastung
  - wie plant man die Auslastung von Menschen?
  - Arbeitsteilung erfordert Kommunikation
  - Kommunikation ist verlustbehaftet
- Projektmanagement!

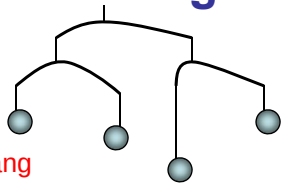
4-Variablen-Modell: Qualität (3)

- Wie kann man Softwarequalität messen?
- Qualitätmerkmale
  - correctness Korrektheit
  - performance Performanz
  - usability Benutzbarkeit
  - extensibility Erweiterbarkeit
  - ...
- Unterschiedliche Qualitätsinteressen!
- Qualitäten sind nicht additiv

4-Variablen-Modell: Zeit (4)

- Aufwandsabschätzung?
- Zeitdruck durch
  - Konkurrenz
  - mangelnde Transparenz des Prozesses
  - Pannen im Prozess
- Wo wird Zeit verloren?

4 Variablen im Zusammenhang



- Abhängigkeiten, z.B.
  - Bessere Qualität
    - » mehr Zeit oder weniger Umfang
  - Mehr Funktionalität
    - » mehr Resourcen oder weniger Qualität ...
- Manche Kombinationen sind (derzeit) unmöglich
  - „Vollständige Korrektheit bis morgen!“
- Nur selten können alle 4 Variablen zu Projektbeginn festgelegt werden
  (...und dann später eingehalten werden...)