

ROS Unit Tests Workshop

Lukas Hoyer

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

12.06.2017

Motivation: Ariane 5

- Übernahme von Hard- und Software für das Trägheitsnavigationssystem (SRI) aus der Ariane 4
 - SRI keine Überlaufkontrolle für bestimmte Variablen aufgrund der maximalen Beschleunigung der Ariane 4
 - keine Aufnahme von Flugbahndaten der Ariane 5 in die Spezifikation des SRI

Motivation: Ariane 5

- Übernahme von Hard- und Software für das Trägheitsnavigationssystem (SRI) aus der Ariane 4
 - SRI keine Überlaufkontrolle für bestimmte Variablen aufgrund der maximalen Beschleunigung der Ariane 4
 - keine Aufnahme von Flugbahndaten der Ariane 5 in die Spezifikation des SRI
- Ariane 5 höhere Beschleunigungen als Ariane 4 -> Überlauf
 - Ausfall von zwei redundanten Modulen aufgrund gleicher Software
 - Fehlercode wurde vom Onboard-Computer fälschlicherweise als Flugbahndaten interpretiert
 - Falsche Korrektur der Flugbahn
 - Selbstzerstörung

Motivation: Ariane 5

- Übernahme von Hard- und Software für das Trägheitsnavigationssystem (SRI) aus der Ariane 4
 - SRI keine Überlaufkontrolle für bestimmte Variablen aufgrund der maximalen Beschleunigung der Ariane 4
 - keine Aufnahme von Flugbahndaten der Ariane 5 in die Spezifikation des SRI
- Ariane 5 höhere Beschleunigungen als Ariane 4 -> Überlauf
 - Ausfall von zwei redundanten Modulen aufgrund gleicher Software
 - Fehlercode wurde vom Onboard-Computer fälschlicherweise als Flugbahndaten interpretiert
 - Falsche Korrektur der Flugbahn
 - Selbstzerstörung
- 370 Mio. \$ Schaden

Motivation: Ariane 5



<https://www.youtube.com/watch?v=A1gGGDG580E>

Spezifikation

= Beschreibung des geforderten Systems

- Was soll von einem System geleistet werden?
- Was sind die funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen?

Verifikation

= entspricht Software der Spezifikation

- Arbeitet das Programm korrekt?
- Erfüllt das Programm die Anforderungen?

Softwaretests

- Ausführen eines Systems oder einer Komponente unter bestimmten Bedingungen
- Evaluierung bestimmter Aspekte des Systems bzw. der Komponente
- "Program testing can be used to show the presence of bugs, but never show their absence!" – Dijkstra

Softwaretests

- Ausführen eines Systems oder einer Komponente unter bestimmten Bedingungen
- Evaluierung bestimmter Aspekte des Systems bzw. der Komponente
- "Program testing can be used to show the presence of bugs, but never show their absence!" – Dijkstra

Unittest

- Prüfung von funktionalen Einzelteilen (Units) auf korrekte Funktionalität

Integrationstest

- Testen des Zusammenspiels voneinander abhängiger Komponenten eines Systems

Vorteile von Unittests

- keine "Wegwerftests"
- Frühzeitiges Erkennen von Fehlern
- Gute Eingrenzung von Fehlern
- API-Dokumentation
- Refactoring überprüfen
- Verhindern von erneutem Auftreten eines Bugs
- Schneller als andere Testarten
- Design Hilfe
- Durch zwingende Vermeidung von Abhängigkeiten bleibt Quellcode modularer

Good Practices Unittests

- Test Cases unabhängig voneinander
- Jede Funktionalität in separatem Test Case
- Ergebnisse testen, nicht Implementierung
- Überspezifizierung vermeiden
- Tests müssen deterministisch sein
- Tests müssen schnell sein

- Erstellen eines Workspaces

```
1  mkdir -p ~/workshop_ws/src
2  cd ~/workshop_ws/src/
3  catkin_init_workspace
4  cd ~/workshop_ws && catkin_make
5  source devel/setup.bash  #(temporary)
```

- Erstellen eines Workspaces

```
1  mkdir -p ~/workshop_ws/src
2  cd ~/workshop_ws/src/
3  catkin_init_workspace
4  cd ~/workshop_ws && catkin_make
5  source devel/setup.bash  #(temporary)
```

- Neues Package anlegen

```
1  cd ~/workshop_ws/src/
2  catkin_create_pkg ros_unit_tests_workshop roscpp
```

- package.xml anpassen (Entwickler, Beschreibung, usw.)

- Hinzufügen my_math.h

```
1  #pragma once
2  class MyMath {
3  public:
4      MyMath() {}
5      int knobel(int x, int y);
6  protected:
7      int mLastSquare = 0;
8      int nextSquare();
9  };
```

- Hinzufügen my_math.cpp

```
1  #include "my_math.h"
2  #include <stdexcept>
3  int MyMath::knobel(int x, int y) {
4      if (x < 0 || y < 0) throw std::invalid_argument("
        received negative value");
5      if (x == 0)
6          return y;
7      while (y != 0) {
8          if (x > y) x = x - y;
9          else y = y - x;
10     }
11     return x;
12 }
13 int MyMath::nextSquare() {
14     int a=0, b=0, c=0;
15     mLastSquare++;
16     while (a <= mLastSquare) {
17         a = a+1;
18         b = a+a-1;
19         c = b+c;
20     }
21 }
```

- Anpassen CMakeLists.txt

```
1  ## Declare a C++ library
2  add_library(${PROJECT_NAME}
3      src/my_math.cpp
4  )
5  ## Add dependencies
6  add_dependencies(${PROJECT_NAME} ${${PROJECT_NAME}
7      _EXPORTED_TARGETS} ${catkin_EXPORTED_TARGETS})
8  ## Specify libraries to link a library or executable
9  target against
10 target_link_libraries(${PROJECT_NAME}
11     ${catkin_LIBRARIES}
12 )
```

Einrichten von gtest unter ROS

- Anpassen CMakeLists.txt

```
1  # Compile as C++11, supported in ROS Kinetic and  
   newer  
2  add_compile_options(-std=c++11)  
3  # ...  
4  include_directories(  
5    ${catkin_INCLUDE_DIRS}  
6    src/  
7  )  
8  # ...  
9  # Add gtest based cpp test target and link libraries  
10 catkin_add_gtest(${PROJECT_NAME}-test test/mytest.cpp  
   )  
11 if(TARGET ${PROJECT_NAME}-test)  
12   target_link_libraries(${PROJECT_NAME}-test ${  
     PROJECT_NAME})  
13 endif()
```


GTest Frame

```
1  #include <ros/ros.h>
2  #include <gtest/gtest.h>
3  #include <thread>
4  #include "my_math.h"
5
6  // Here you can add your test cases
7
8  int main(int argc, char** argv){
9      ros::init(argc, argv, "MyTestNode");
10     testing::InitGoogleTest(&argc, argv);
11     ros::NodeHandle roshandle;
12     std::thread t([]{while(ros::ok()) ros::spin();});
13     if( ros::console::set_logger_level(
14         ROSCONSOLE_DEFAULT_NAME,
15         ros::console::levels::Info) ) {
16         ros::console::notifyLoggerLevelsChanged();
17     }
18     // ::testing::GTEST_FLAG(filter) = "MyTest.knobelTest";
19
20     auto res = RUN_ALL_TESTS();
21     ros::shutdown();
22     return res;
23 }
```

GTest Frame wichtige Funktionen

`InitGoogleTest(...)` : Aufsetzen der Testumgebung

`set_logger_level(...)` : Setzen des Loggerlevels für die Tests (Debug, Info, Warn, Error, Fatal), ab dem Meldungen angezeigt werden

`GTEST_FLAG(filter) = "Suite.Test"` : Nur einen bestimmten Test Case ausführen

`RUN_ALL_TESTS()` : Ausführen aller Test Cases

Beispiel Test Case

```
1  TEST(MyTest, knobelTest) {
2      MyMath mymath;
3      EXPECT_EQ(1, mymath.knobel(7,13));
4      ASSERT_EQ(27, mymath.knobel(27,27));
5      EXPECT_EQ(6, mymath.knobel(12,18));
6      EXPECT_EQ(5, mymath.knobel(5,0));
7      EXPECT_THROW(mymath.knobel(12,-18), std::
           invalid_argument);
8  }
```

Beispiel Test Case

```
1  TEST(MyTest, knobelTest) {
2      MyMath mymath;
3      EXPECT_EQ(1, mymath.knobel(7,13));
4      ASSERT_EQ(27, mymath.knobel(27,27));
5      EXPECT_EQ(6, mymath.knobel(12,18));
6      EXPECT_EQ(5, mymath.knobel(5,0));
7      EXPECT_THROW(mymath.knobel(12,-18), std::
           invalid_argument);
8  }
```

`TEST(Suite, Test)` : Test Case mit Namen *Test* in Test Suite *Suite*

`EXPECT_EQ(expected, value)` : Prüfen, ob Werte gleich sind

`ASSERT_EQ(expected, value)` : Prüfen, ob Werte gleich sind; bei Fehlschlag Abbruch des Tests

`..._NE()` : Prüfen, ob Werte unterschiedlich sind

`..._LT()` : Prüfen, ob erster Wert \leq zweiter Wert

`..._FALSE()` : Prüfen, ob Wert false ist

`..._STREQ()` : Prüfen, ob Strings gleich sind

Test Case ausführen

- Roscore starten

```
roscore
```

- Alle Test ausführen

```
catkin_make run_tests
```

- Nur Test des Pakets ausführen

```
catkin_make run_tests_ros_unit_tests_workshop
```

- Beispielausgabe eines Tests

```
[=====] Running 1 test from 1 test case.
[-----] Global test environment set-up.
[-----] 1 test from MyTest
[ RUN      ] MyTest.knobelTest
[          OK ] MyTest.knobelTest (0 ms)
[-----] 1 test from MyTest (0 ms total)

[-----] Global test environment tear-down
[=====] 1 test from 1 test case ran.
[ PASSED  ] 1 test.
```

Definition

Ein Fixture ist eine Klasse, die als Umgebungsvorlage für die Ausführung eines Tests benutzt wird.

Definition

Ein Fixture ist eine Klasse, die als Umgebungsvorlage für die Ausführung eines Tests benutzt wird.

```
1  class MyMathTestSuite : public ::testing::Test, public
    MyMath {
2  public:
3      MyMathTestSuite() {
4          mLastSquare = 5;
5      }
6  };
7
8  TEST_F(MyMathTestSuite, nextSquareTest) {
9      EXPECT_EQ(5, mLastSquare);
10     EXPECT_EQ(36, nextSquare());
11     EXPECT_EQ(6, mLastSquare);
12     EXPECT_EQ(49, nextSquare());
13     EXPECT_EQ(7, mLastSquare);
14 }
```

Was ist schiefgelaufen?

Ausgabe:

```
[ RUN      ] MyMathTestSuite.nextSquareTest
ros_unit_tests_workshop/test/mytest.cpp:24: Failure
Value of: nextSquare()
   Actual: 49
Expected: 36
ros_unit_tests_workshop/test/mytest.cpp:26: Failure
Value of: nextSquare()
   Actual: 64
Expected: 49
[  FAILED  ] MyMathTestSuite.nextSquareTest (0 ms)
```


Was ist schiefgelaufen?

Ausgabe:

```
[ RUN      ] MyMathTestSuite.nextSquareTest
ros_unit_tests_workshop/test/mytest.cpp:24: Failure
Value of: nextSquare()
  Actual: 49
Expected: 36
ros_unit_tests_workshop/test/mytest.cpp:26: Failure
Value of: nextSquare()
  Actual: 64
Expected: 49
[ FAILED   ] MyMathTestSuite.nextSquareTest (0 ms)
```

Auflösung:

```
1  int MyMath::nextSquare() {
2      int a=0, b=0, c=0;
3      mLastSquare++;
4      while (a < mLastSquare) {
5          a = a+1;
6          b = a+a-1;
7          c = b+c;
8      }
9      return c;
10 }
```