Eine Testautomatisierung für Roboter-Steuerprogramme auf Android unter Verwendung von TTCN-3

Yassine El Amrani
Hans W. Nissen

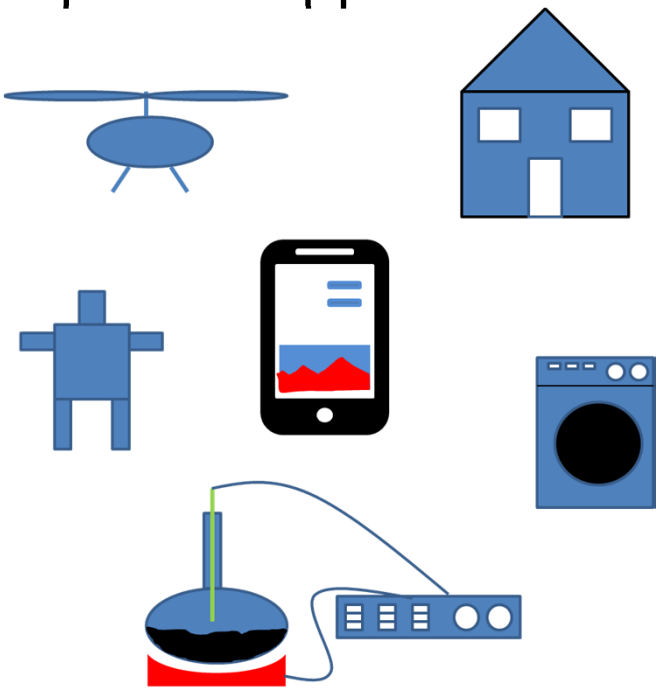
FH Köln
Fakultät für Informations-, Medien- und Elektrotechnik
Institut für Nachrichtentechnik
Labor für Informatik

Übersicht

- Motivation
- Unsere Inspiration
- Zielsetzungen der Testumgebung
- TTCN-3 kurz vorgestellt
- Die Beispiel-App
- Umsetzung der Testumgebung
  - Semi-automatische Prüfung
  - Automatische Prüfung
  - Ad-hoc Testfälle
- Fazit und Ausblick

Motivation

- Viele Geräte lassen sich durch Smartphone-Apps steuern
  - im Freizeit- / Spielbereich
    - » Helikopter
    - » Roboter
    - » Wir verwenden in der Ausbildung:
      - Lego Mindstorms Roboter
      - RP6 Roboter
  - aber auch ernsthafte Anwendungen:
    - » Gebäudetechnik
    - » Haus-Automatisierung
    - » Steuerung von Laborgeräten
    - » kommend: Systeme im Automobil



Motivation

- Allgemein: Steuerung durch App auf Handy/Tablet sinnvoll für (eingebettete) Systeme,
  - die unerreichbar verbaut sind
  - keine eigene graphische Oberfläche besitzen
  - nicht ausreichend Speicher- und Rechenkapazität besitzen
- identische Situation:
  - App liest Sensorwerte
  - App steuert Aktuatoren
- Frage: Wie kann man diese Steuer-Apps testen?

Motivation

- Werkzeuge zum Test einer App existieren
  - z.B. Android Testing Framework
  - für Übersicht siehe
    - » Gao et al. "Mobile Applications Testing: A Tutorial", IEEE Computer, Februar 2014
  - Jedoch keine Betrachtung von Apps zur Steuerung anderer Geräte

- Systemtest einer Steuer-App
  - erfordert Interaktion der App mit dem gesteuerten Gerät
  - erfordert oftmals komplizierte Testaufbauten
  - Extremsituationen sind nur bedingt prüfbar
    - » Hält Roboter an der Tischkante an?
    - » Reagiert der Rettungs-Roboter in einem brennenden Haus richtig?
    - » Stoppt das Steuersystem in einem Labor das Aufheizen einer gefährlichen Mischung, wenn diese bereits kocht?

Motivation

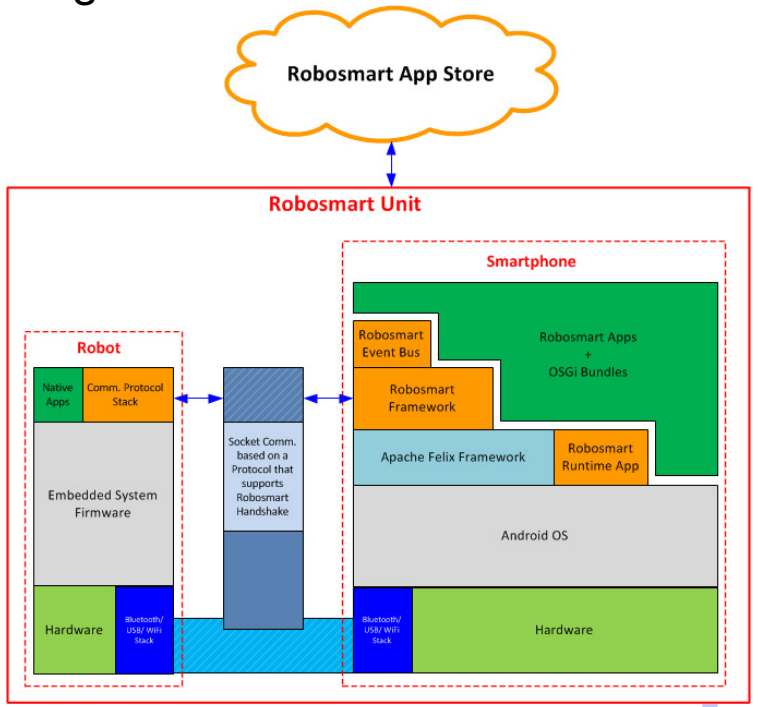
- Unser Ziel:

  Entwicklung einer Testumgebung zur Simulation der gesteuerten Hardware durch ein Testprogramm

  - Hierdurch sollen komplizierte und gefährliche Testaufbauten entfallen
  - Insbesondere sollen automatisierte Regressions-Tests möglich werden

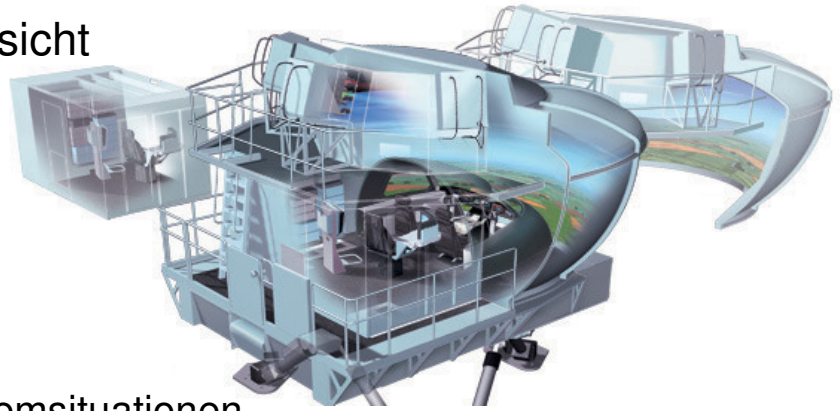
Motivation

- Unser Hintergrund:
  - SW-Plattform zur Unterstützung des „Could Robotics“
    - » Kombination Lego Roboter und Smartphone
    - » problem-orientierte Erweiterung der Fähigkeiten eines Roboters aus der Cloud zur Laufzeit
  - Middleware für Android: *Robosmart*
    - » Umgebung für Steuer-Apps
    - » Basierend auf OSGi (Apache Felix)
    - » Service-orientierte Architektur
    - » Hot Deployment von Apps
  - Beispielanwendung: Pacman



Unsere Inspiration

- Flugsimulator zur Ausbildung von Piloten
  - nachgebautes Cockpit mit
    - » Anzeige-Instrumente
    - » Bedieneinrichtungen
    - » Visuelle Präsentation der Aussicht
  - 2 Simulationsarten
    - » Vordefiniertes Szenario
      - ▪ Einübung bekannter Abläufe
    - » Ad-hoc Szenario
      - ▪ Training für Sonderfälle / Extremsituationen



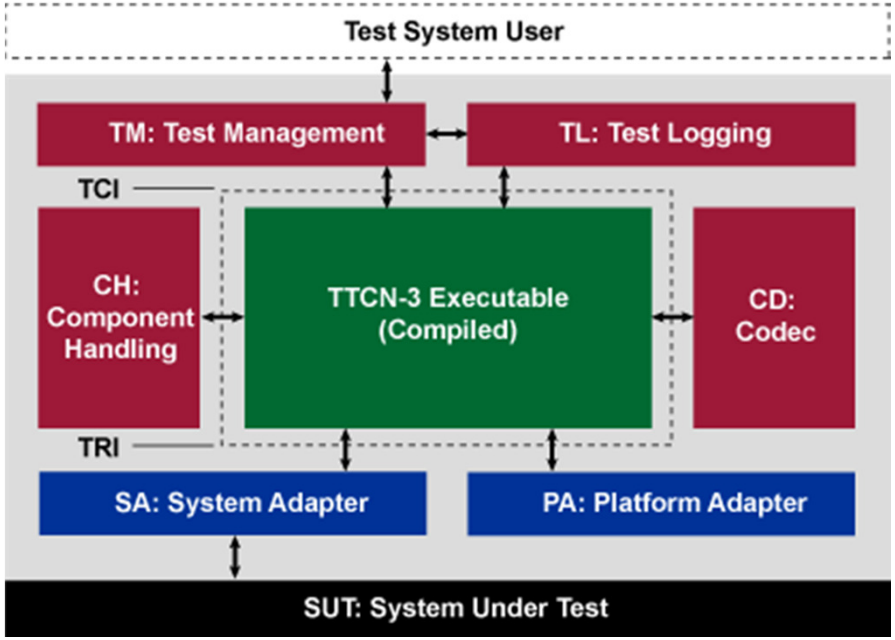
- ➢ *Steuerprogramm entspricht dem Piloten*
- ➢ *Testumgebung entspricht dem Flugsimulator*

Zielsetzungen der Testumgebung

- Umsetzung in TTCN-3
  - *Testing and Test Control Notation*
- Vordefiniertes Szenario
  - teil-automatisierte Durchführung
    - » Tester muss Oberfläche der App bedienen
  - automatisierte Durchführung
    - » Oberfläche wird aus Testfall heraus bedient
- Ad-hoc Szenario:
  - Kontrollfenster ermöglicht Interaktion durch Tester
    - » Setzen von Sensor- und Aktuatorwerten
- Herausforderungen:
  - GUI einer App bedienen aus TTCN-3 Testfall heraus
  - Interaktion durch Eingabe von Testdaten an den TTCN-3 Testfall

TTCN-3 kurz vorgestellt

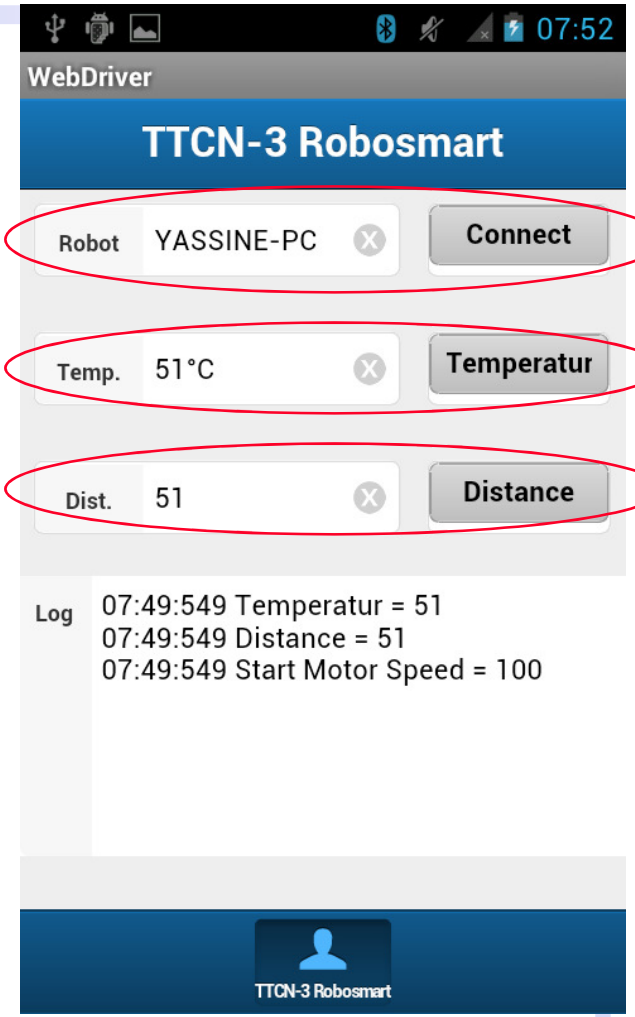
- Testing and Test Control Notation Version 3 (www.ttcn-3.org)
- Standardisierte Testtechnologie und Testsprache zur Automatisierung von Tests für kommunikationsbasierte Systeme
- Anwendung in Telekommunikation, Automobilsektor, Medizin, …
- Wir verwenden die
  TTworkbench von
  Testing Technologies



Das Beispiel

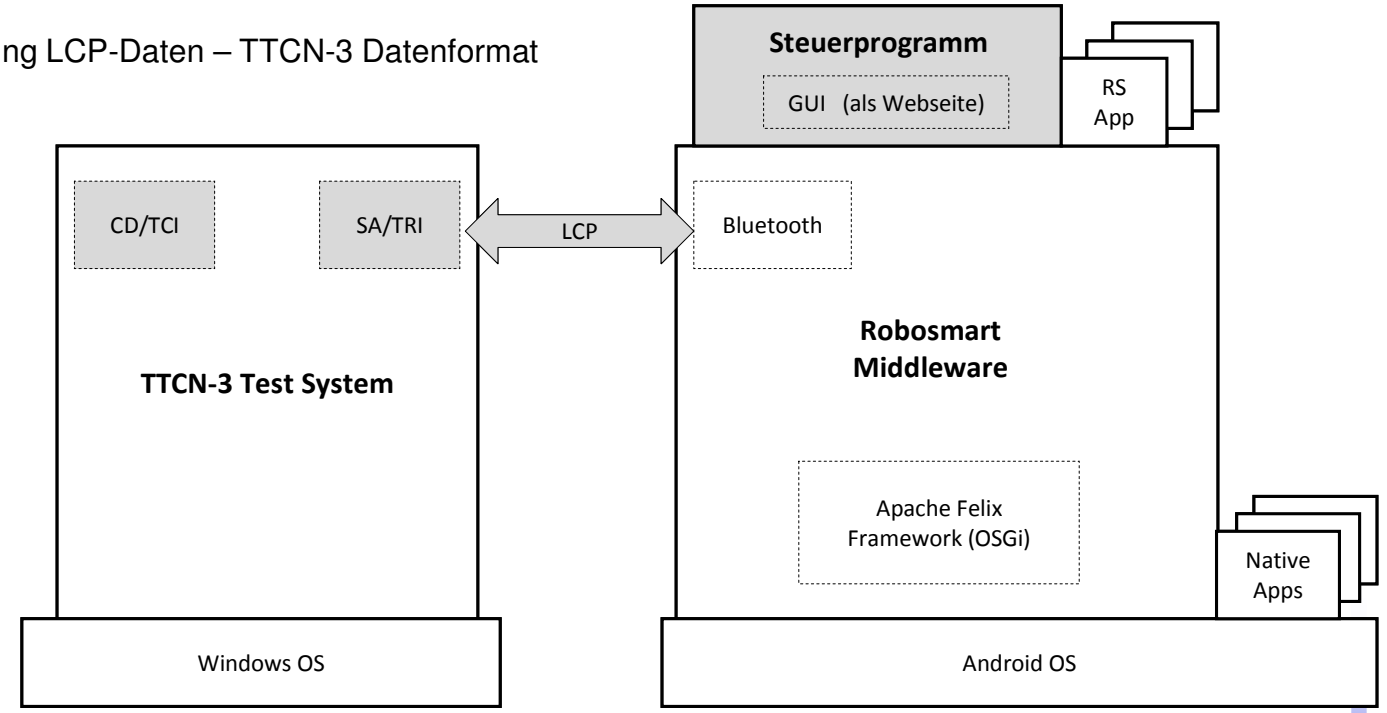
- (sehr) einfaches Steuerprogramm als App
  - 3 Ein-/Ausgabefelder mit Buttons
    - » Connect:
      - zur Verbindung mit angegebenem Roboter
    - » Temperatur:
      - Zur Anfrage des Temperatur-Sensors des Roboters
    - » Distance:
      - Zur Anfrage des Distanz-Sensors des Roboters
  - Kommuniziert mit LCP (Lego Communication Protocol) über Bluetooth
  - Steuerlogik:

Falls	**Dann**
0 < Temperatur <= 50 und 0 < Distanz <= 50	Motor = 50
50 < Temperatur <= 100 und 50 < Distanz <= 100	Motor = 100
Sonst	Motor = 0



Umsetzung: teil-automatisierte Durchführung der Prüfung

- TTCN-3 System läuft auf Windows-Rechner
- TTCN-3 Anpassungen:
  - System Adapter zur Anpassung an SUT
    - » Bluetooth-Verbindung mit Bibliothek BlueCove
    - » Lego Communication Protocol (LCP)
  - Codec
    - » Übersetzung LCP-Daten – TTCN-3 Datenformat
- Architektur:



Umsetzung: teil-automatisierte Durchführung der Prüfung

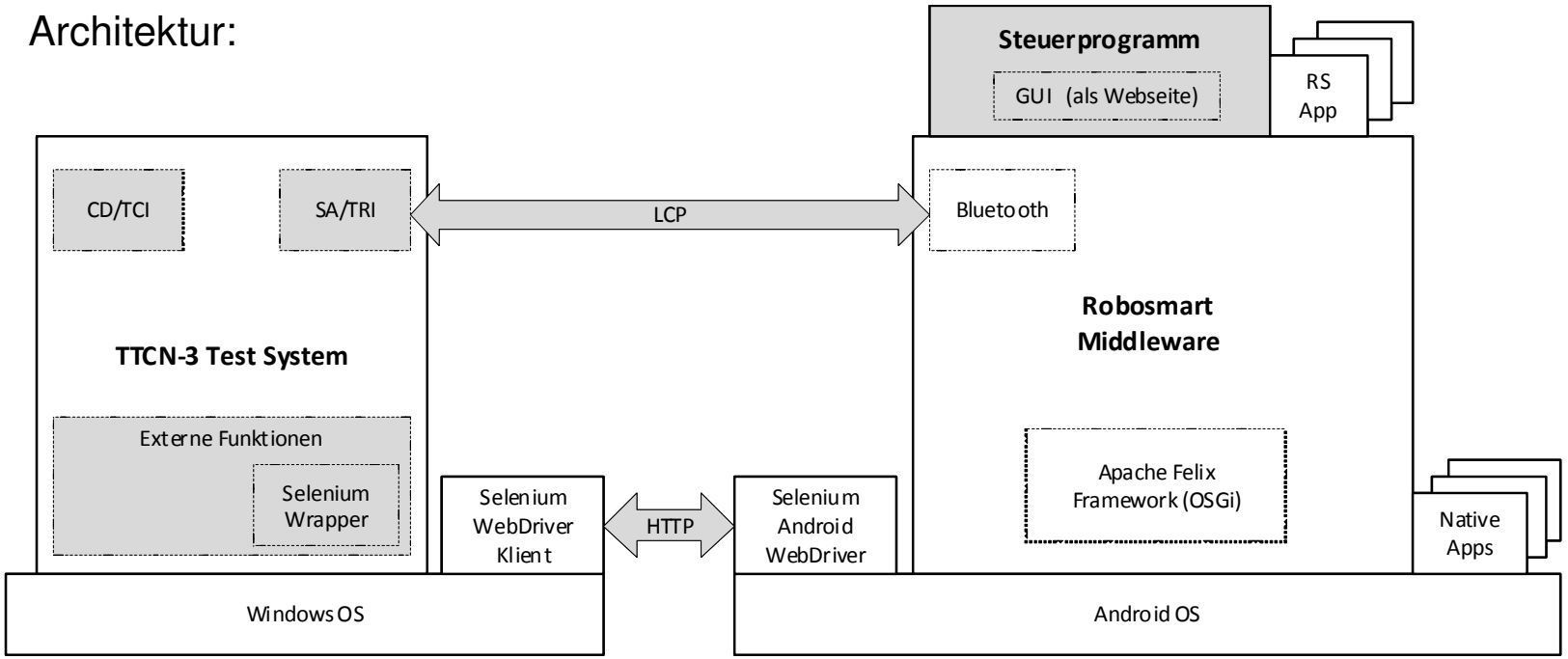
- Testfall prüft, ob Steuer-App
  - den Motor mit Geschwindigkeit 50 ansteuert, wenn
  - Temperatur-Sensor den Wert 30 und
  - Distanz-Sensor den Wert 20 liefert

```
testcase tc_semiautomated() runs on mtcType system systemType {
  const hexstring speed := str2hex(intToHex(50, 2));
  map(mtc:mtcPort, system:systemPort);
  localtimer.start;
  alt {
    [] mtcPort.receive(GETINPUTVALUES(SENSOR_PORT_1)) {
          localtimer.stop;
          mtcPort.send(GETINPUTVALUESREPLY(30, SENSOR_PORT_1));
          alt {     [] mtcPort.receive(GETINPUTVALUES(SENSOR_PORT_2)) {
                              mtcPort.send(GETINPUTVALUESREPLY(20,SENSOR_PORT_2));}
                    [] mtcPort.receive {setverdict(fail;}}

          alt {     [] mtcPort.receive(SETOUTPUTSTATE(MOTOR_PORT_A,MOTORON,speed)) {
                              mtcPort.send(SETOUTPUTSTATEREPLY);
                              setverdict(pass, "TEST PASSED"); }
                    [] mtcPort.receive {setverdict(fail;}}}
   [] mtcPort.receive {localtimer.stop; setverdict(fail, "TEST FAILED");}
   [] localtimer.timeout {setverdict(inconc, "Nothing received");}
   }
 unmap(mtc:mtcPort, system:systemPort);}
```

Umsetzung: automatisierte Durchführung der Prüfung

- Oberfläche der Steuer-App wird durch Testfall bedient
- Verwendung Selenium WebDriver Framework:
  - Server auf Android-Gerät: *Selenium Android WebDriver*
    - » Führt Aktionen auf GUI entsprechend Anfragen eines Klienten durch
  - Klient auf TTCN-3 Gerät: *Selenium WebDriver Klient*
    - » API als externe Funktionen in TTCN-3 eingebunden: Selenium Wrapper
- Architektur:



Umsetzung: automatisierte Durchführung der Prüfung

- Testfall prüft, ob Steuer-App
  - den Motor mit Geschwindigkeit 50 ansteuert, wenn
  - Temperatur-Sensor den Wert 30 und
  - Distanz-Sensor den Wert 20 liefert
- Eingabe und Buttons werden durch Testfall bedient

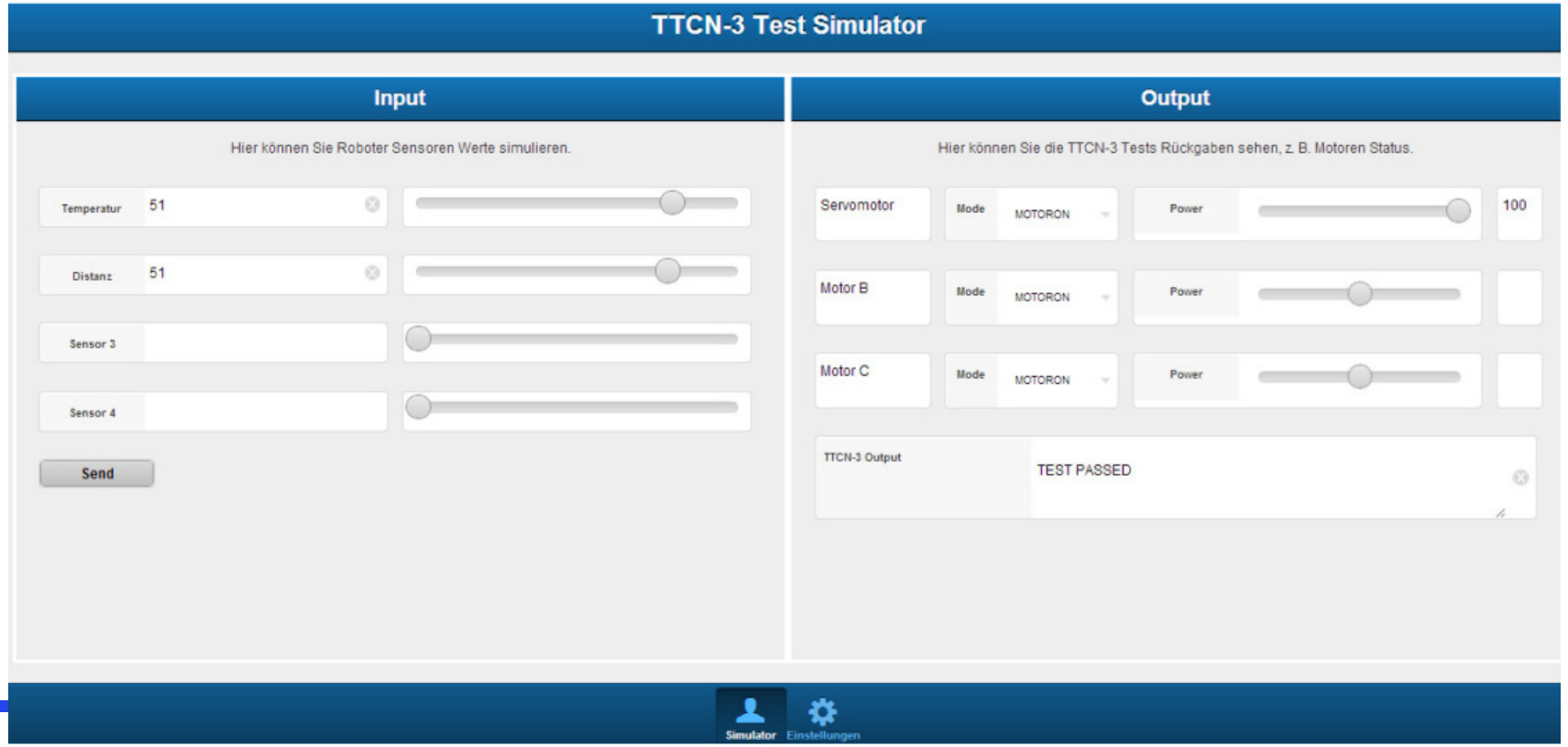
```
testcase tc_automated() runs on mtcType system systemType {

  const integer temperatur := 30;
  const integer distance := 20;
  const hexstring mode_port_a := MOTORON;
  const integer power_port_a := 50;
  const hexstring speed := str2hex(intToHex(power_port_a, 2));
  map(mtc:mtcPort, system:systemPort);  localtimer.start;

  initRemoteWebDriver(hub);
  openPage(url);
  sendKeys(robotTextField, „YASSINE-PC“);
  pushButton(CONNECT_BUTTON);
  pushButton(TEMPERATUR_BUTTON);
  alt {
    [] mtcPort.receive(GETINPUTVALUES(SENSOR_PORT_1)) {  localtimer.stop;
           mtcPort.send(GETINPUTVALUESREPLY(temperatur, SENSOR_PORT_1));
           pushButton(DISTANCE_BUTTON);
           alt {       [] mtcPort.receive(GETINPUTVALUES(SENSOR_PORT_2)) {
                              mtcPort.send(GETINPUTVALUESREPLY(distance,SENSOR_PORT_2));}
                       [] mtcPort.receive {setverdict(fail;}}
           alt {       [] mtcPort.receive(SETOUTPUTSTATE(MOTOR_PORT_A, mode_port_a, speed)) {
                              mtcPort.send(SETOUTPUTSTATEREPLY);
                              setverdict(pass, "TEST PASSED"); }
                       [] mtcPort.receive {setverdict(fail;}}}…}
```

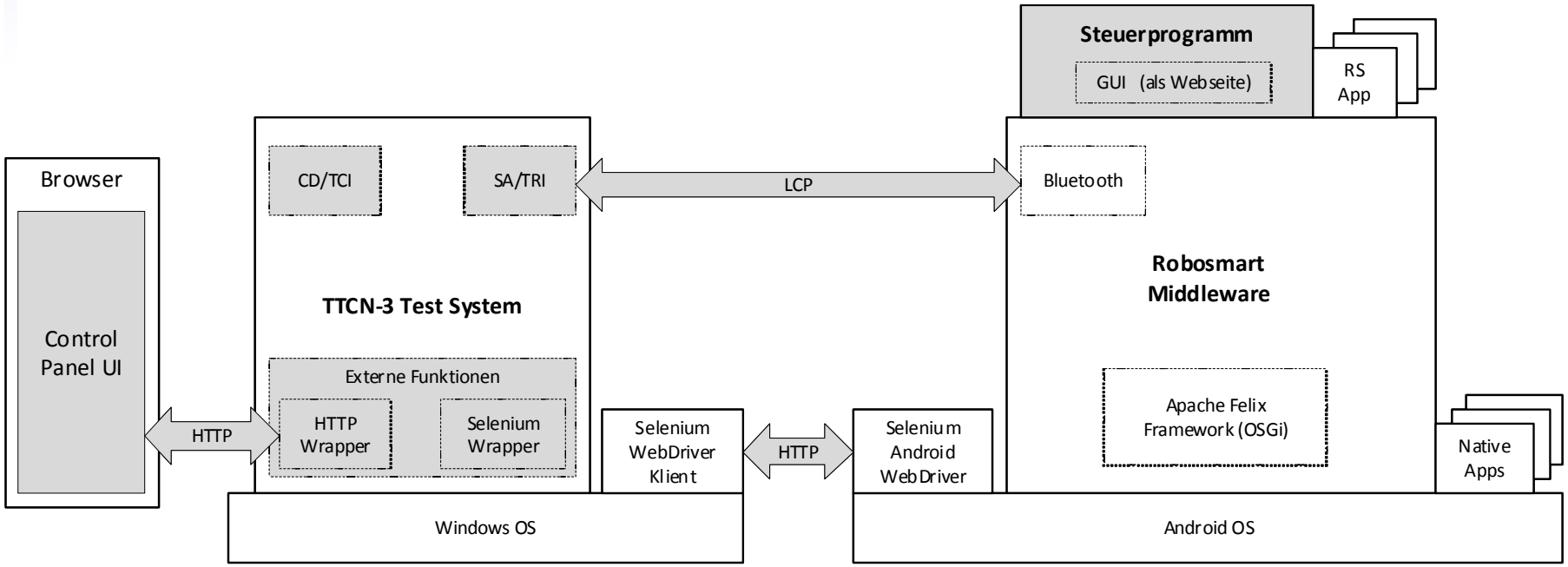
Umsetzung: ad-hoc Szenario

- Prüfung von Sonderfällen und Extremsituationen
- Testdaten werden vom Tester über Kontrollfenster definiert
  - Und sind nicht im Testfall fest programmiert
- Kontrollfenster:



Umsetzung: ad-hoc Szenario

- Kontrollfenster als Webseite realisiert
- HTTPWrapper bietet Funktionen für Zugriff auf eingestellte Werte



Umsetzung: ad-hoc Szenario

- Testwerte für Sensoren und Aktuatoren werden nicht als Konstanten gesetzt, sondern vom Kontrollfenster abgefragt
- Testlogik bleibt unverändert

```
testcase tc_controlpanel_on() runs on mtcType system systemType {

  simulator();
  var integer temperatur := str2int(getKeyValue(SENSOR_PORT_1));
  var integer distance := str2int(getKeyValue(SENSOR_PORT_2));
  var hexstring mode_port_a := str2hex(intToHex(str2int(getKeyValue(MOTOR_PORT_A_MODE)), 2));
  var hexstring speed := str2hex(intToHex(str2int(getKeyValue(MOTOR_PORT_A_POWER)),2));

  map(mtc:mtcPort, system:systemPort);          localtimer.start;
  initRemoteWebDriver(hub);                     openPage(url);
  sendKeys(robotTextField, „YASSINE-PC“);
  pushButton(CONNECT_BUTTON);                   pushButton(TEMPERATUR_BUTTON);
  alt {
    [] mtcPort.receive(GETINPUTVALUES(SENSOR_PORT_1)) {
          localtimer.stop;
          mtcPort.send(GETINPUTVALUESREPLY(temperatur,SENSOR_PORT_1));
          pushButton(DISTANCE_BUTTON);
          alt {       [] mtcPort.receive(GETINPUTVALUES(SENSOR_PORT_2)) {
                           mtcPort.send(GETINPUTVALUESREPLY(distance,SENSOR_PORT_2));}
                      [] mtcPort.receive {setverdict(fail;}}
          alt {       [] mtcPort.receive(SETOUTPUTSTATE(MOTOR_PORT_A, mode_port_a ,speed)) {
               mtcPort.send(SETOUTPUTSTATEREPLY);
                           sendSocketAnswer("TEST PASSED");setverdict(pass, "TEST PASSED");}
                      [] mtcPort.receive {setverdict(fail;}}}…}
```

Vorführung

- automatisierte Durchführung der Prüfung
- ad-hoc Szenario

Fazit und Ausblick

- Ergebnisse:
  - Ziel war Testumgebung für Steuerprogramme auf Android
  - Integration der GUI-Bedienung in den TTCN-3 Testfall
    - » automatisierte Testfälle möglich
    - » geeignet für automatisierte Regressions-Tests
  - Ad-hoc Testfälle
    - » Übernahmevon Testwerten aus externem Kotrollfenster
    - » Prüfung von Sonderfällen
  - Intensive Verwendung von externen Funktionen in TTCN-3
  - Inspiration des Flugsimulators konnte umgesetzt werden

- Ausblick:
  - Kontinuierliche Testausführung mit Kontrollfenster
  - Einfaches Capture&Replay
    - » Capture: manuelles Ausführen des Steuerprogramms und „Fahrtenschreiber“ auf Roboter protokolliert Sensor- und Aktuatorwerte
    - » Replay: „Abspielen“ der protokollierten Werte