

Model-Driven Robot Software Engineering

Why Service Robots still suck

Technische Universität Dresden
Institut Software- und Multimediatechnik
Christian Piechnick

14.01.15



DRESDEN
concept
Exzellenz aus
Wissenschaft
und Kultur

Home | Video | Themen | Forum | English | DER SPIEGEL | SPIEGEL TV | Abo | Shop | Schlagzeilen | Wetter | TV-Programm | mehr ▼

SPiegel ONLINE WIRTSCHAFT Login | Registrierung

Suche Kurse

Politik | Wirtschaft | Panorama | Sport | Kultur | Netzwelt | Wissenschaft | Gesundheit | einestages | Karriere | Uni | Schule | Reise | Auto

Nachrichten > Wirtschaft > Hannover Messe > Robotik: Roboter erobern Haushalte

Elektronische Helfer: Roboter erobern deutsche Haushalte

Von Jürgen Hoffmann

Staubsaugen, Rasenmähen und Regenrinnen reinigen – die neue Generation der Hausroboter kann fast alles. Die Sensoren und Motoren der elektronischen Helfer wurden ursprünglich für Drohnen und Mars-Expeditionen entwickelt. Jetzt sollen

DIE WELT

zur Startseite machen

Home | Politik | Wirtschaft | Geld | Sport | Wissen | Panorama | Kultur | Reise | Motor | Regionales | Meinung | Videos | Marktplatz

IN DEN NACHRICHTEN: Barack Obama | TV-Duell | Bundesliga | Fukushima

Home > Intelligente Roboter erobern den Haushalt

07.06.13 | Sie wischen, saugen und spielen

Intelligente Roboter erobern den Haushalt

Roboter machen uns das Leben in vielerlei Hinsicht leichter. Mittlerweile ziehen immer mehr dieser vollautomatisierten Helfer in unsere Haushalte ein, um für uns zu saugen oder gar den Rasen zu mähen. Doch in manch einem Roboter steckt auch ein wahres Unterhaltungstalent.

ARTIKEL EMPFEHLEN



Roboter erobern den Alltag

Seitdem vor bald 50 Jahren der erste Industrie-Roboter in der PKW-Montage von General Motors eingesetzt wurde, sind Roboter aus vielen Industriezweigen nicht mehr wegzudenken. Und nicht nur das – ob als Servicekraft im Supermarkt, als Putzhilfe daheim oder als Operationsassistent im Krankenhaus – Roboter dringen in immer weitere Lebensbereiche vor.

OVB online

Home | **Rosenheim** | Mühldorf | Politik | Wirtschaft | Bayern | Weltspiegel | K

Rosenheim Stadt | Rosenheim Land | Bad Aibling | Kolbermoor | Chiemgau | Wasserburg | Kultur in der Region | Sport

OVB online > Rosenheim > Roboter erobern Schulunterricht

20.12.10 | Rosenheim

Hochschule verleiht Roboter für Informatik-Unterricht

Roboter erobern Schulunterricht

E-Mail 0 0 +

Rosenheim - Wenn im Unterricht das beliebte Kinderspielzeug "Lego" zum Einsatz kommt, geht es längst nicht mehr um Spielerei und Mechanik. Denn über die Nutzung des kleinen Roboters "Lego Mindstorms" haben die Schüler, egal ob von der Grund- oder Hochschule, spielerisch kenn

Roboter erobern die Bühne

erstellt: 19. Juli 2013, 01:07 In: Kultur | Kommentare: 0





- Roboter erobern deutsche Haushalte, Spiegel Online 2013
- Roboter erobern chinesische Gadget-Fabriken, Engadget (de) 2013
- Roboter erobern die Werkzeugmaschinen nur langsam, Maschinenmarkt 2013
- Roboter erobern den Schulunterricht, Neue Osnabrücker Zeitung 2012
- Roboter erobern China, Financial Times 2012
- Roboter erobern den Rasen, Gartenzeitung 2012
- Roboter erobern langsam die Wohnungen, Audio Video Foto Bild 2012
- Roboter erobern die Industrie, Handelsblatt 2012
- Roboter erobern Lager, Lebensmittel Zeitung 2012
- Roboter erobern die Besprechungszimmer, Wirtschaftswoche 2012
- Roboter erobern TU, B.Z. 2011
- Roboter erobern die Fabriken, Neue Energie 2011
- Roboter erobern die globalen Börsen, Handelszeitung 2011
- Roboter erobern die Schulen, Westfalen Blatt 2011
- Roboter erobern den Haushalt, Saarbrücker Zeitung 2011
- Roboter erobern Seniorenheim, Die Kitzinger 2011
- Roboter erobern nicht nur Fabriken, Haushalt und Krankenpflege, ORF 2011
- Roboter erobern Japans Alltag, Frankfurter Rundschau 2010
- Roboter erobern unsere Wohnungen, Kurier 2010
- Roboter erobern den Unterricht, Westfalen-Blatt 2010
- Roboter erobern Medizintechnik, Maschinenmarkt 2010
- Roboter erobern den Operationssaal, Die Welt 2010
- Roboter erobern unsere Landwirtschaft, Passauer Neue Presse 2010
- Roboter erobern den Alltag, Kurier 2010
- Roboter erobern die Wohn- und Kinderzimmer, Blick 2009
- Roboter erobern unsere Umwelt, Bayerische Staatszeitung 2009
- Roboter erobern sich immer weitere Aktivitäten, Badische Zeitung 2008
- Roboter erobern die Landwirtschaft, Sonntag aktuell 2008
- Roboter erobern den Acker, Spiegel 2008
- Roboter erobern neue Anwendungsgebiete, VDI Nachrichten 2008
- Roboter erobern Einkaufszentren, Hamburger Abendblatt 2008
- Roboter erobern die menschliche Arbeitswelt, Wirtschaftsblatt 2008
- Roboter erobern den Ring, Rhein-Zeitung 2008
- Roboter erobern das Segeln, Hamburger Abendblatt 2007
- Roboter erobern den realen Produktionsraum, Maschinenmarkt 2007
- Roboter erobern nun das Eigenheim, Wirtschaftsblatt 2007
- Roboter erobern die Mikromontage, VDI Nachrichten 2007
- Roboter erobern das Schlachtfeld, Der Spiegel 2007

- Roboter erobern die Wiese, FAZ 2007
- Roboter erobern Küche, Münchner Abendzeitung 2007
- Roboter erobern Kinderzimmer und Küche, W&V 2006
- Roboter erobern sich neue Felder, VDI Nachrichten 2006
- Roboter erobern neue Märkte, Industrieanzeiger 2006
- Roboter erobern den Spielzeugmarkt, Handelsblatt 2005
- Roboter erobern unsere Welt, Mitteldeutsche Zeitung 2005
- Roboter erobern den Weltraum, Financial Times 2004
- Roboter erobern die Fabriken, Hamburger Abendblatt 2004
- Roboter erobern den Haushalt, APA Wissenschaft 2004
- Roboter erobern den professionellen Servicemarkt, Wirtschaftswoche 2004
- Roboter erobern die Operationssäle, Die Presse 2004
- Roboter erobern den Weltmarkt, Die Welt 2003
- Roboter erobern bald die Haushalte, APA Wissenschaft 2003
- Roboter erobern Küchen, Krankenhäuser und Kinderzimmer, Impulse 2002
- Roboter erobern jetzt auch den Haushalt, Berliner Kurier 2002
- Roboter erobern Krankenhäuser, Der Standard 2001
- Roboter erobern den Haushalt, Berliner Kurier 2000
- Roboter erobern die Fabrikhallen, Die Welt 2000
- Roboter erobern das Wasser, Tiroler Tagesanzeiger 2000
- Roboter erobern das Internet, Handelsblatt 2000
- Roboter erobern die Wohnzimmer, Berliner Kurier 1999
- Roboter erobern den Haushalt, APA Journal 1999
- Roboter erobern den Alltag, Tages-Anzeiger 1999
- Roboter erobern das Kinderzimmer, Stuttgarter Zeitung 1998
- Roboter erobern den Alltag, Der Tagesspiegel 1998
- Roboter erobern neue Einsatzfelder, Industrieanzeiger 1998
- Roboter erobern das Krankenhaus, Handelsblatt 1997
- Roboter erobern die Sportstadien, Tages-Anzeiger 1997
- Roboter erobern den Alltag, Saarbrücker Zeitung 1997

In some countries not even the sky



OK ... maybe some things





Model-Driven Robot Software Engineering

FUTURE CHALLENGES IN SOFTWARE ENGINEERING







The End of Interface Stability

Everything is a display
Ubiquitäre Devices
Vanishing border between humans and machines



The End of the Ephemeral

Sensors collect every aspect of life
Humans can be tracked and analyzed



Growth of Techno-Dependency

Life is almost completely automated
Machines are no longer stupid helpers but make decisions



Growth of Creative Engagement

New technologies increase creative engagement
It becomes easier to create things



Hyper-Connectivity

Multi-Concern interaction
Always on



Model-Driven Robot Software Engineering

SERVICE ROBOTS



Demographic change as carthorse for Service Robots

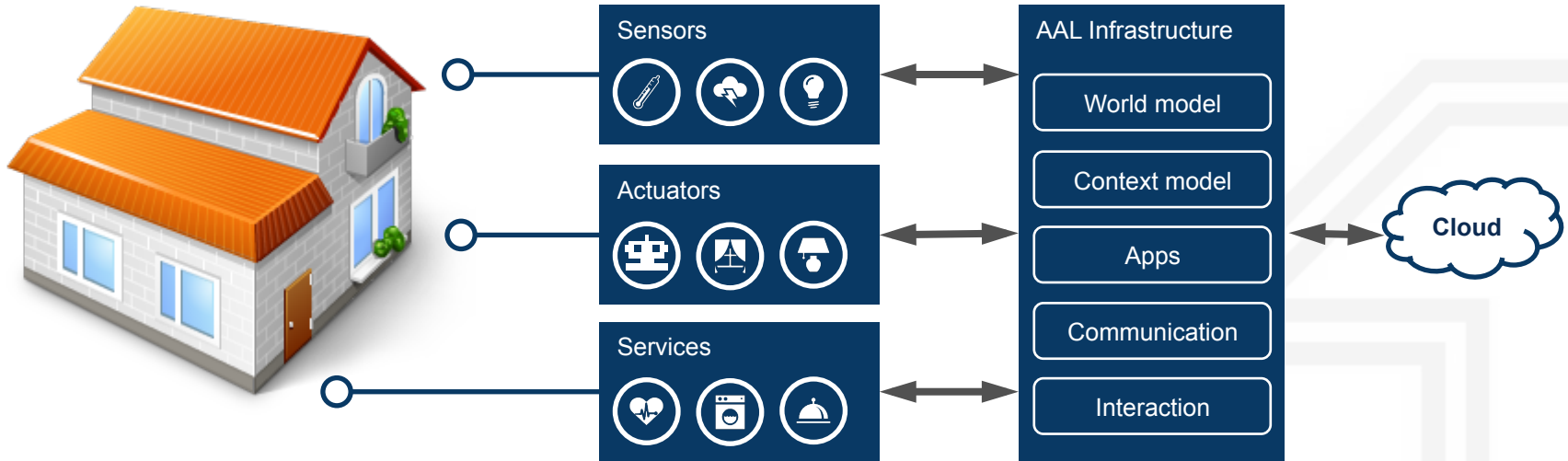
- Increasing amount of elderly people
- Decreasing amount of care attendants
- Technology might be a solution

Ambient Assisted Living:

- Assisting needy people in their daily life by technology (Software + Hardware)

	0 – 20	20 – 65	65 and older
2008	19%	61%	20%
2030	▼ 17%	▼ 54%	▲ 29%

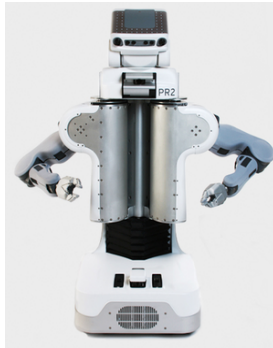




A service robot could ...

- perform transportation tasks
- monitor vital parameters, medication etc.
- establish social interaction

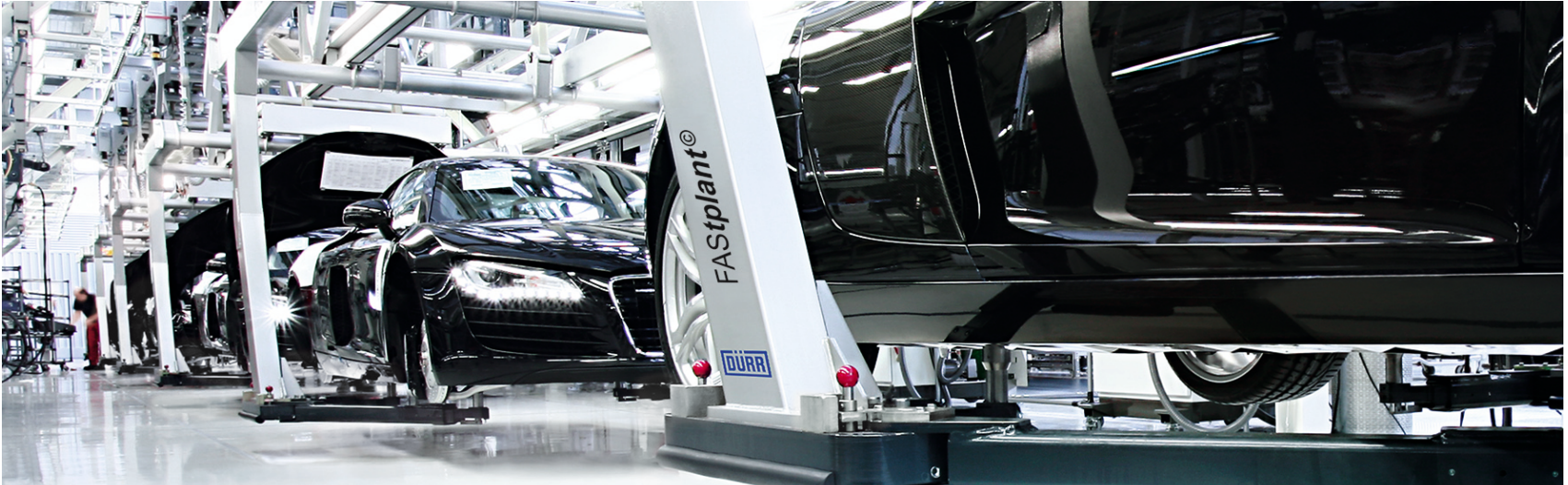
Is the use of service robots only a question of cost?





Model-Driven Robot Software Engineering

ROBOTS ARE NOT THE SAME



An industrial Robot is an automatically controlled, reprogrammable, multipurpose, manipulator programmable in three or more axes, which may be either fixed in place or mobile for use in industrial automation applications.

International Federation of Robotics

- **Field of application:** clearly specified
- **Task:** clearly specified
- **Interaction with humans:** none / sparse
- **Adaptation the change:** sparse, planable



A service robot is a robot which operates semi- or fully autonomously to perform services useful to the well-being of humans and equipment, excluding manufacturing operations.

International Federation of Robotics

- **Field of application:** unknown
- **Task:** varying
- **Interaktion with humans:** constantly
- **Adapation to change:** frequently, partly unplannable

Control Engineering

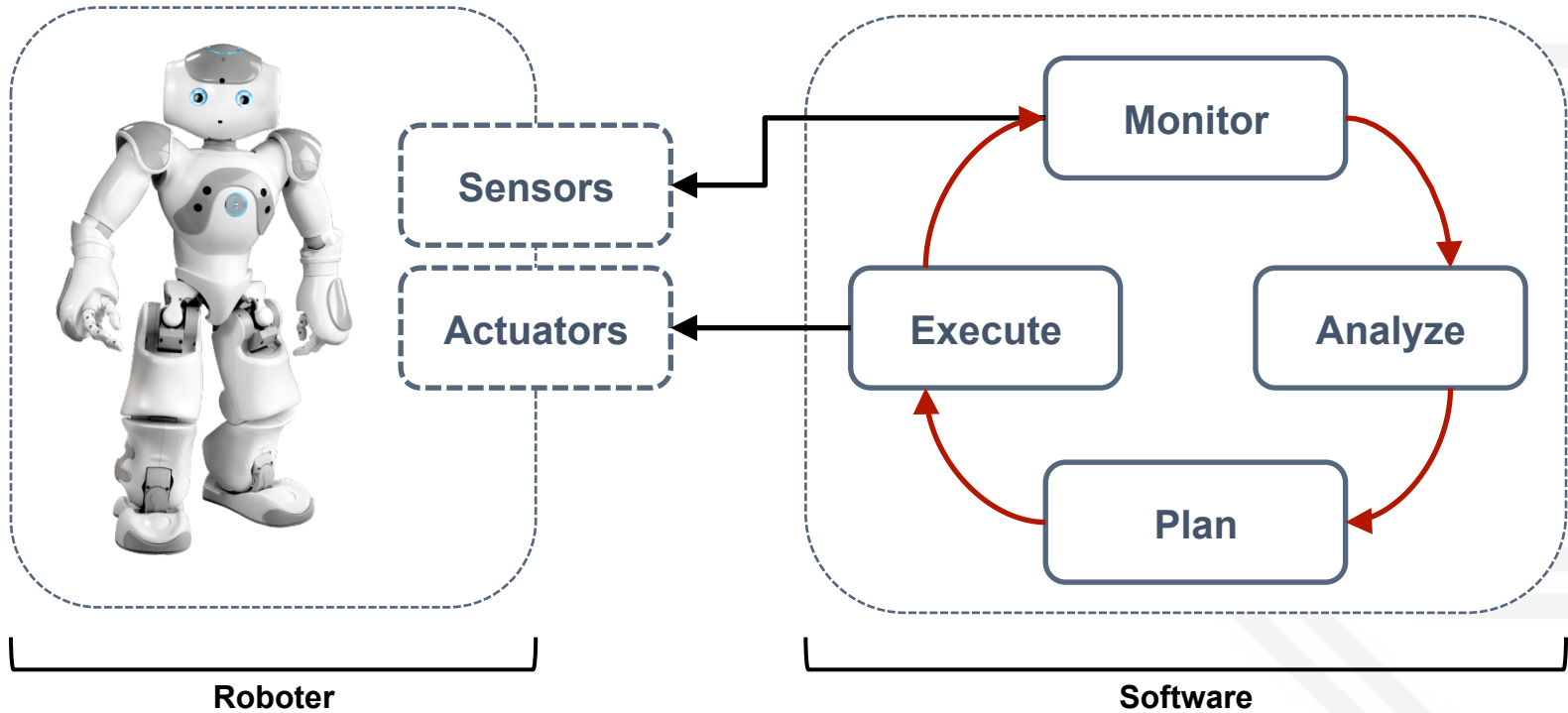


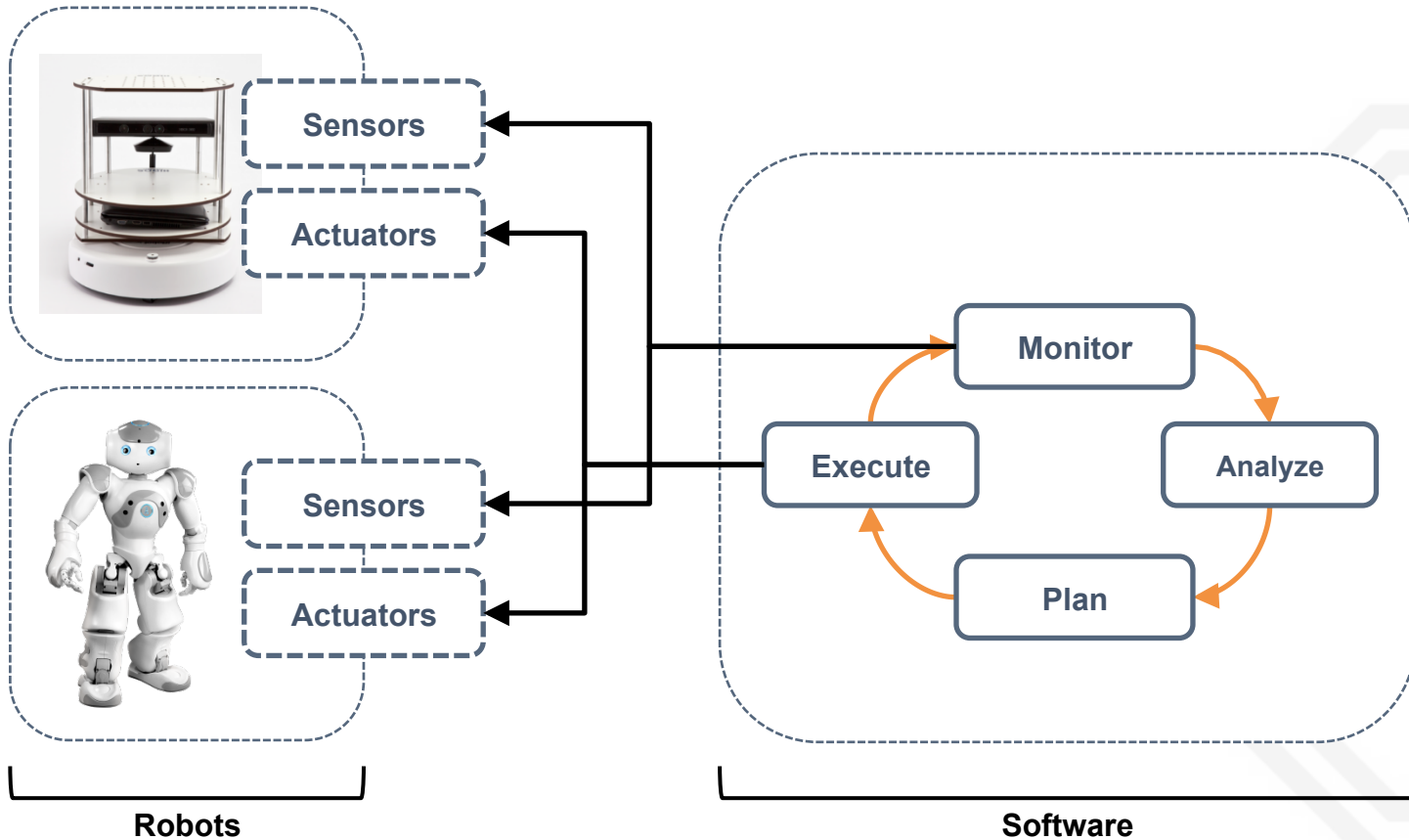
- Exact execution of clearly specified tasks
- Predictable (verifiable) behavior
- Adaptation by reprogramming/updates

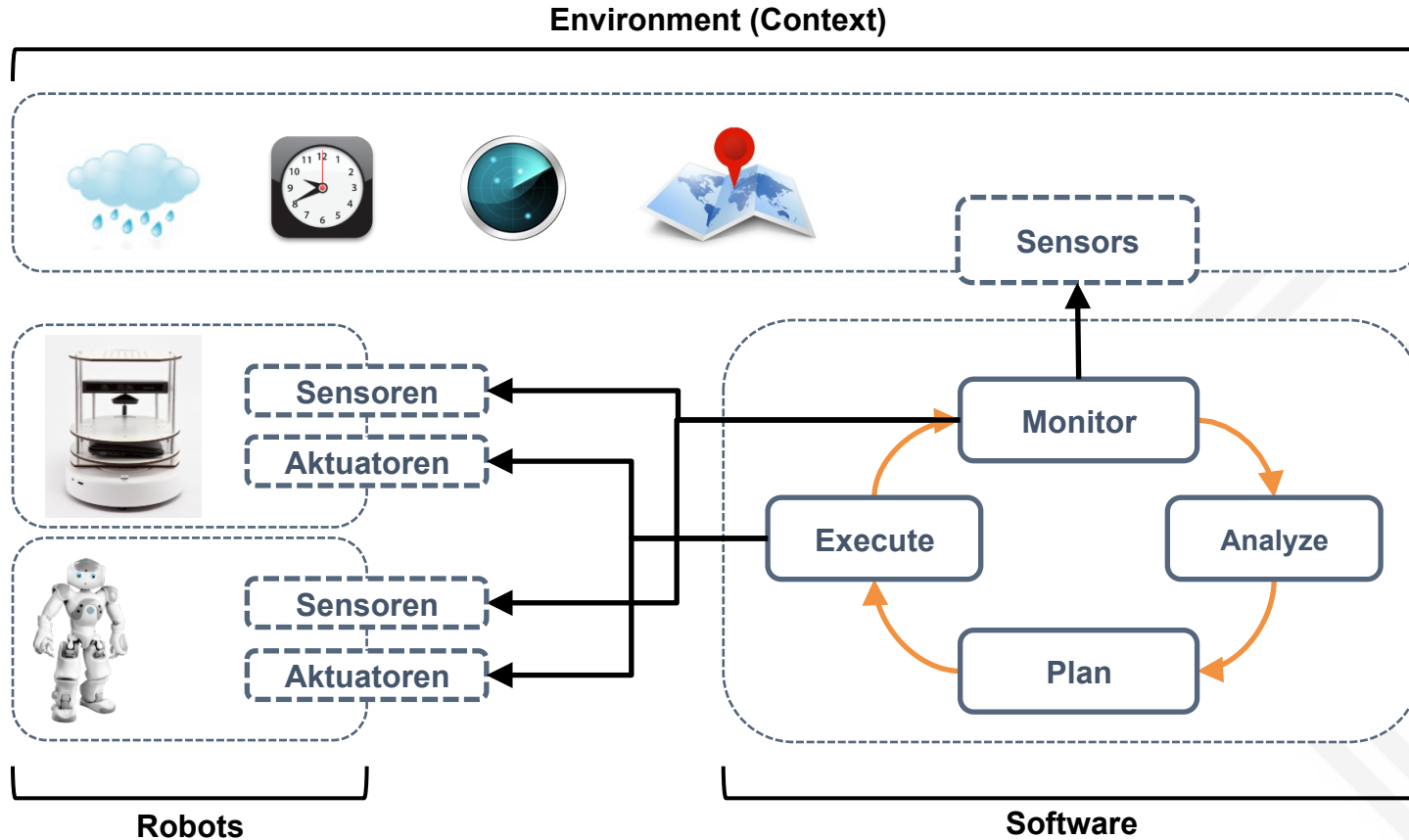
Software Engineering

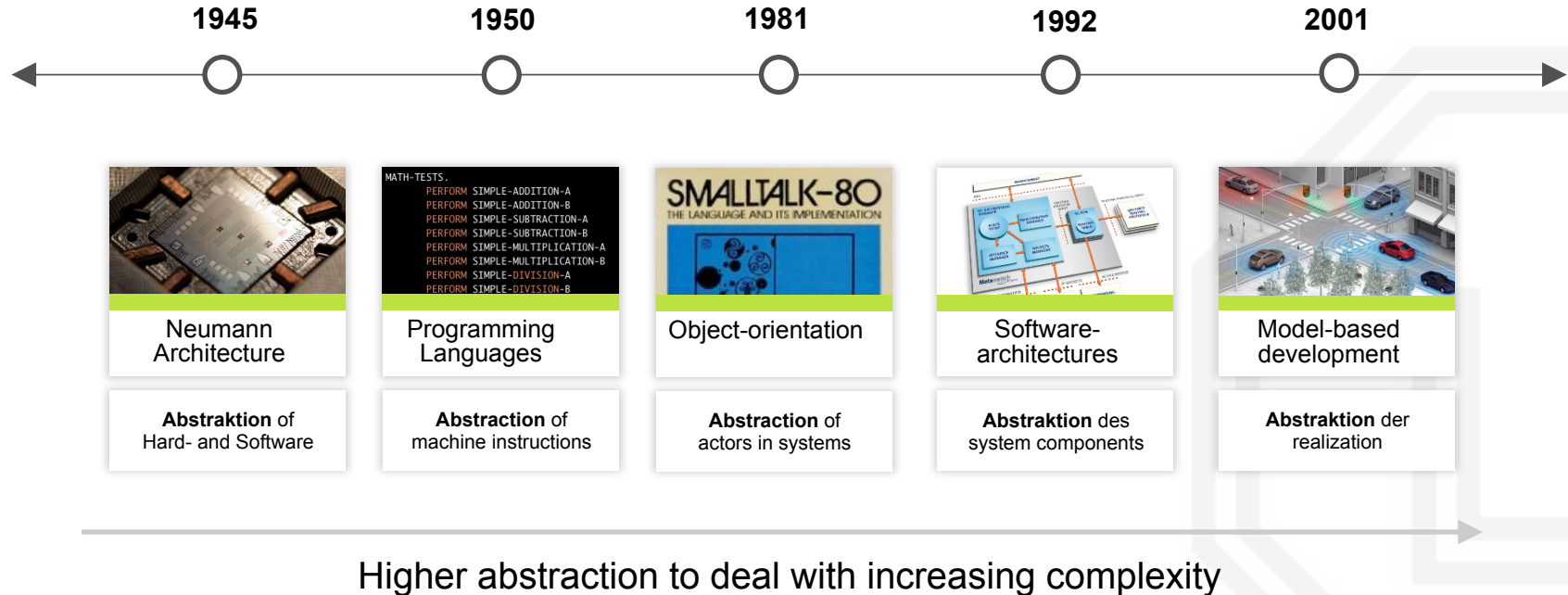


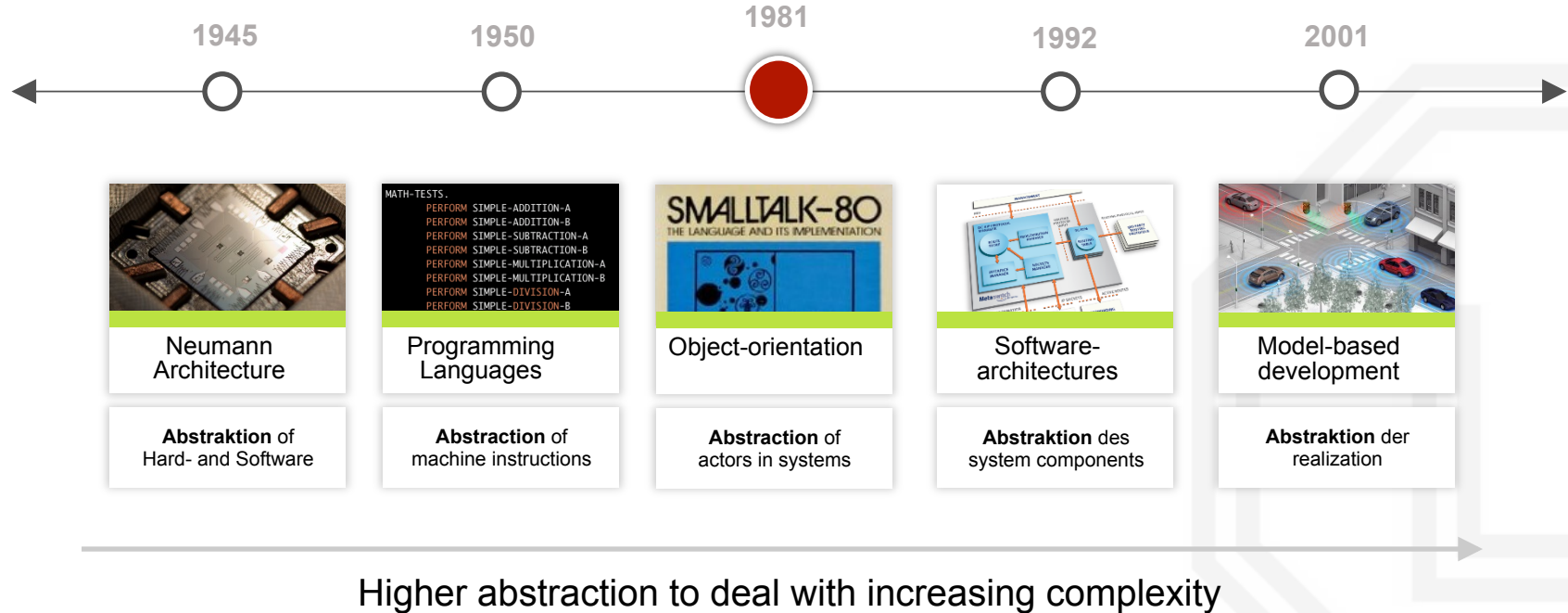
- Runtime adaptation by reconfiguration
- Collaboration of unknown systems
- Quality optimization
- Adaptive and multi-modal interaction













Model-Driven Robot Software Engineering

IMPRESSIONS ON ROBOTIC SOFTWARE DEVELOPMENT





```
if (se instanceof Human) {
    if (hum.isPositionDefined()) {
        if (world.getEntity(hum.getPosition()) instanceof Refuge || world.getEntity(hum.getPosition())
            instanceof Road || world.getEntity(hum.getPosition()) instanceof AmbulanceTeam) {
            ...
        }
        if (!world.getEntity(hum.getPosition()).equals(location())) {
            ...
        }
    }
    if (hum.isHPDefined() && hum.getHP() == 0) {
        ...
    }
    if (se instanceof AmbulanceTeam && hum.isBuriednessDefined() && hum.getBuriedness() == 0) {
        ...
    }

    if (hum.isBuriednessDefined()) {
        if (hum.getBuriedness() == 0 && hum instanceof Civilian) {
            ...
        }
        else {
            ...
        }
    }
}
```

Lines of code

31344

Lines of code for Getters und Setters

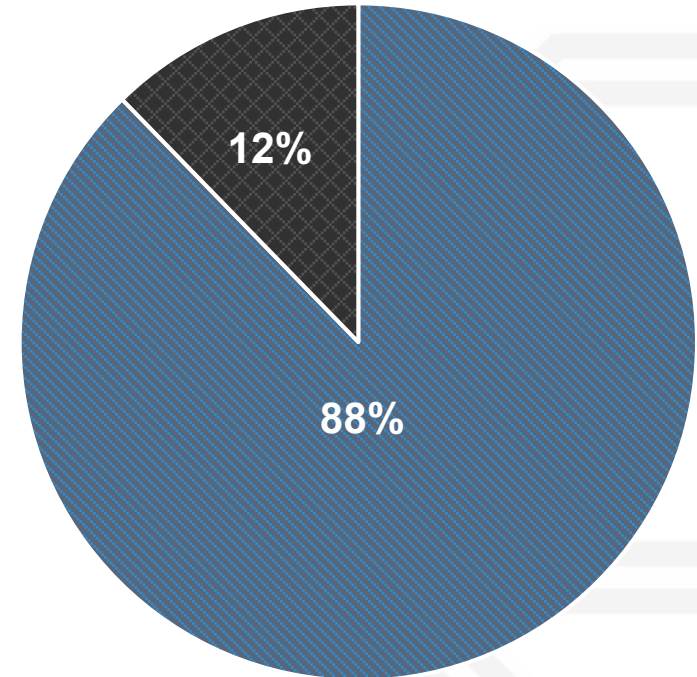
3446

Lines of code (revised)

27898

Number of IF-Statements

3427



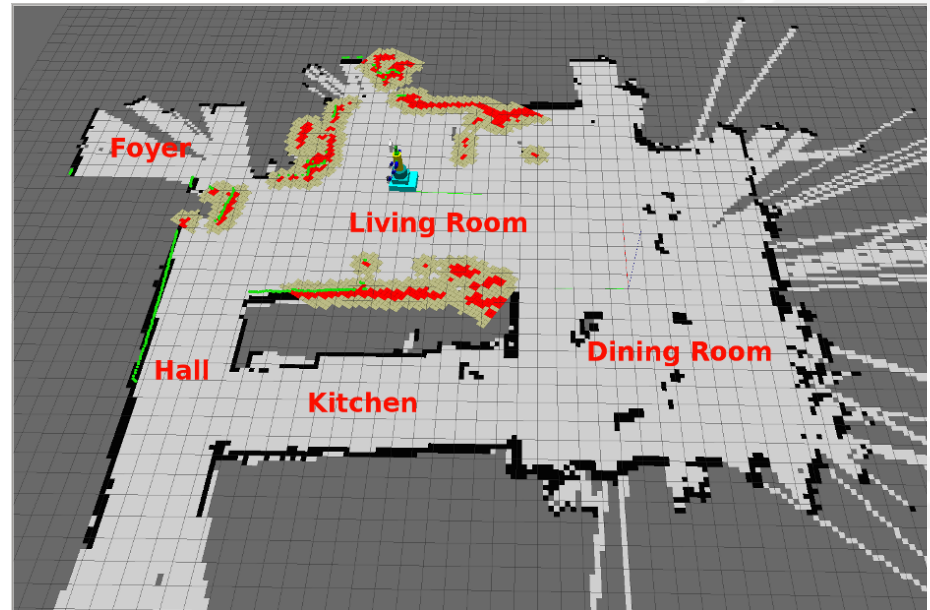
SLAM - **S**imultaneous **L**ocalization **A**nd **M**apping

Create a runtime map the environment

- Mapping/Modeling (2D, 3D, XD)
- Storing/Sharing
- Sensing (Laser-Scanner, Stereo-Camera, Mono-Camera etc.)

Determine its own position

- Feature detection
- Match making



2D-I-SLSJF

CAS-Toolbox

CEKF-SLAM

DP-SLAM

EKF MonoSLAM

FLIRTLib

G2O

GMapping

GridSLAM

HOG-Man

iSAM

Linear SLAM

Max-Mixture

MTK

OpenRatSLAM

OpenSeqSLAM

ParallaxBA

Pkg. of T.Bailey

RGBDSlam

Robomap Studio

RobotVision

ro-slam

SLAM6D

SLOM

SSA2D

tinySLAM

TJTF for SLAM

TORO

TreeMap

vertigo

The reasons for variants

Execution environments

- Indoor/Outdoor
- Buildings/Caves

Precision

- Precise/Coarse

Runtime

- Fast/Slow

Resource usage

- Expensive/Light

Hardware/Software requirements

- Programming Languages, Operating Systems, Data Structure, Component Model
- Cameras, Processors etc.



2D-I-SLSJF

CAS-Toolbox

CEKF-SLAM

DP-SLAM

EKF MonoSLAM

FLIRTLib

G2O

GMapping

GridSLAM

HOG-Man

iSAM

Linear SLAM

Max-Mixture

MTK

OpenRatSLAM

OpenSeqSLAM

ParasDA

Pkg. of T.Bailey

RGBDSLAM

Robomap Studio

RobotVision

ro-slam

SLAM6D

SLOM

SSA2D

TrjSLAM

TJTF for SLAM

TORO

TreeMap

vertigo

Same conceptual model but
(almost) no implementation reuse plus
implementation incompatibility





Today's software on robotic systems





Model-Driven Robot Software Engineering

WHAT DO WE NEED



Robots need Runtime Adaptation

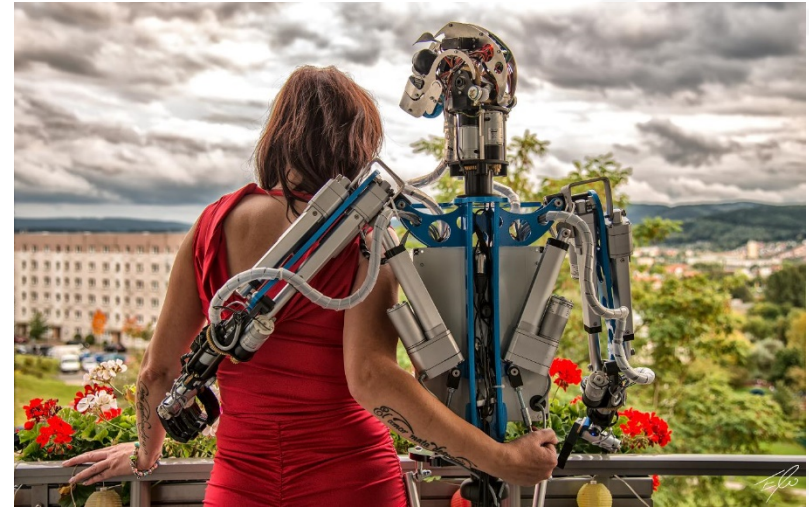
Knowledge about

- Software architecture
- Behavior of the components
- Environment

Mechanism to

- Analyze the system configuration w.r.t the environment
- Reconfiguration

We need to deal with unforeseen scenarios



Robots need Runtime Extension

Knowledge about

- new functionality
- consequences of the integration

Mechanism to

- integrate new functionality (hot updates)
- partial verification



Time of Adaptation

Static / Dynamic

Mechanism

Compositional

Parameterized

Control-Flow-based

Scope

Coarse grained – Fine grained

Static / Flexible

Autonomy

Manual / Semi-Autonomous / Autonomous

Degree of Anticipation

Completely Anticipated /

Unanticipated (Extensible vs. Self-learning)

Goals

Functional / Non-Functional

Goal-Flexibility

Static / Dynamic

Determinism

Deterministic / Non-Deterministic

Robots need ad-hoc Collaboration

Knowledge about

- existence of other systems
- services and interfaces of other systems
- protocols

Mechanism to

- include calls to external systems in the control flow @runtime
- prediction about the consequences



All of this must be verified (at runtime)

Knowledge about

- system structure
- intended behavior
- real behavior

Mechanism to

- domain-independent verification
- domain specific verification
- behavioral tracking
- compensation



Model-Driven Robot Software Engineering

Why Service Robots still suck

Technische Universität Dresden
Institut Software- und Multimediatechnik
Christian Piechnick

14.01.15



DRESDEN
concept
Exzellenz aus
Wissenschaft
und Kultur