University of Stuttgart
Institute of Industrial Automation and Software Engineering

Robo-Test

Foto: Science Photo Library / Sergii Iaremenko

Industrie 4.0

21.10.2020 BLE-Innovationstage 2020

Agenda

Industrie 4.0

Einführung

Konzepte

Anwendung

University of Stuttgart
Institute of Industrial Automation and Software Engineering

Robo-Test

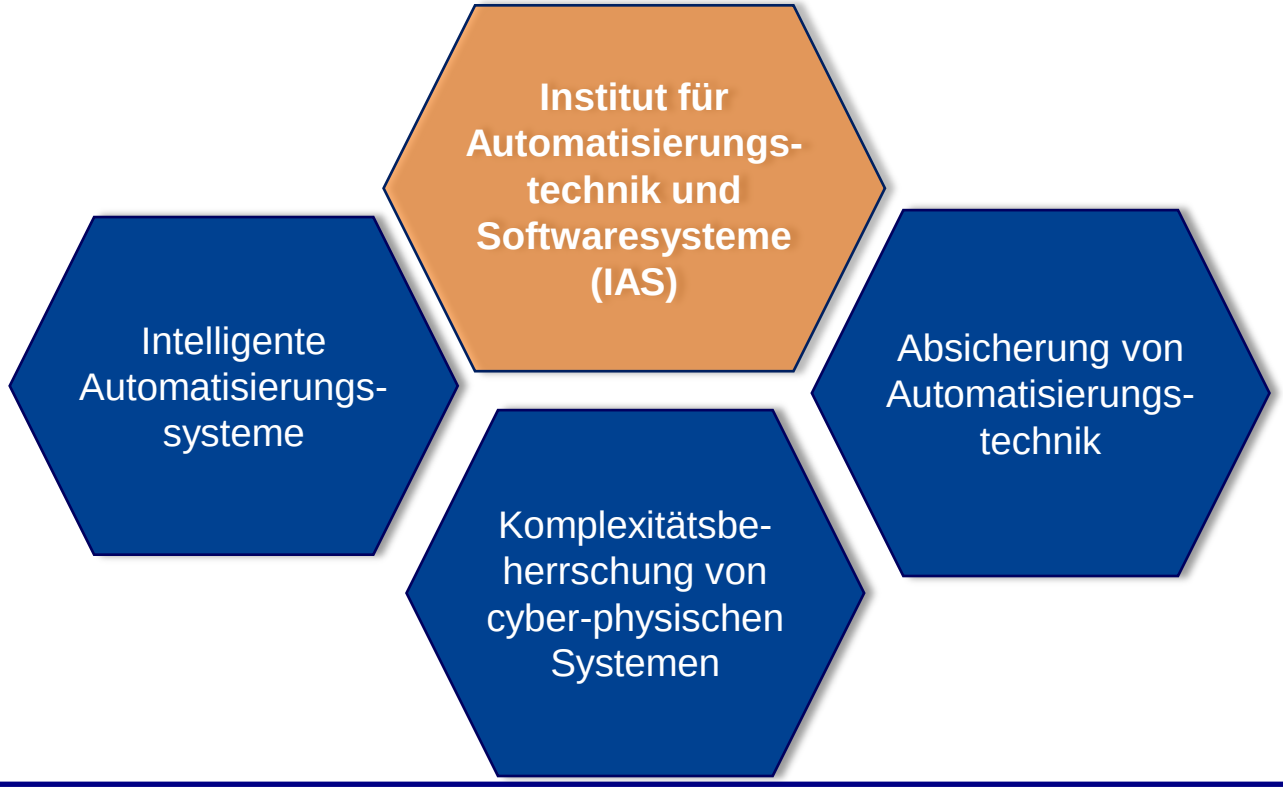
Foto: Science Photo Library / Sergii Iaremenko

Einführung

Forschungsschwerpunkte des IAS

Fokus: Industrie 4.0 Themen

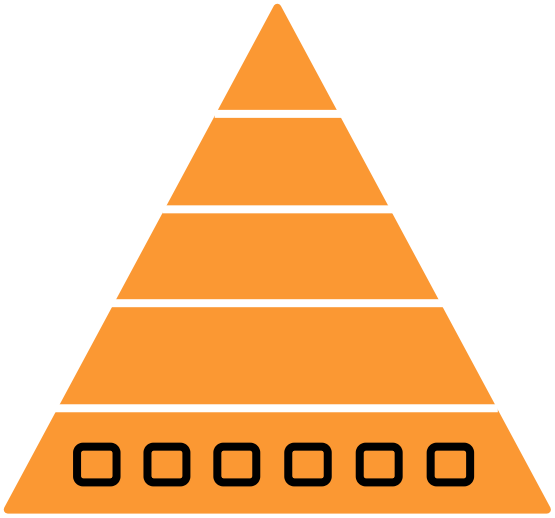
Die Forschungen der Automatisierungstechnik orientieren sich an Anwendungen in der produzierenden Industrie, Automotive sowie verschiedenen weiteren Sektoren.



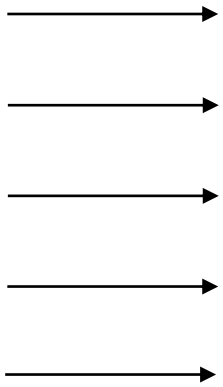
Industrie 4.0 - Architektur

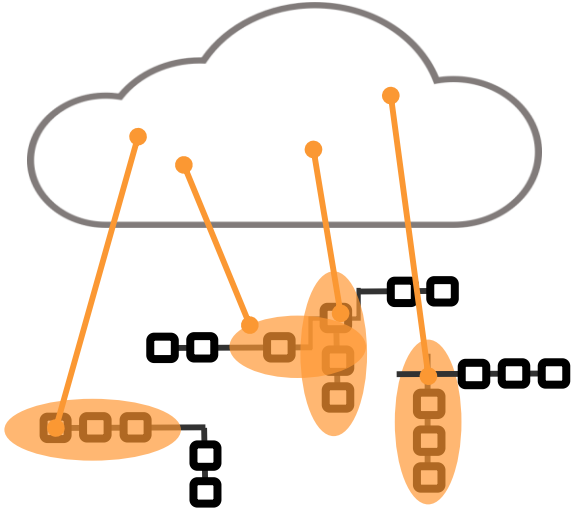
Lokale Entscheidungsfindung durch dezentralisierte Steuerungsintelligenz

Derzeitige Systemarchitektur



Migrationspfade





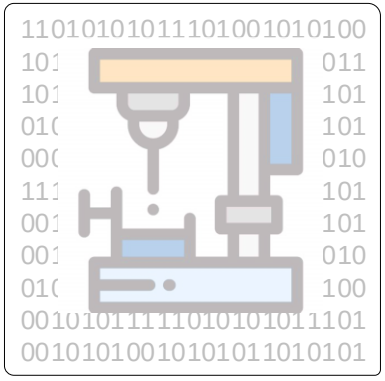
- Starr und träge: schlechte Reaktionsfähigkeit in unvorhergesehenen Situationen
- Single point of failure

- Selbstkontrolle - intelligente Produkte
- Informationen sind direkt im Werk verfügbar: schnelle, lokale Reaktionsfähigkeit

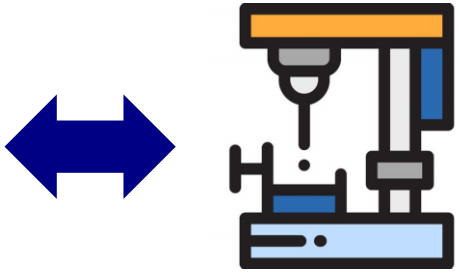
Industrie 4.0 - CPPS

Cyber Physische Produktionssysteme (CPPS) und Lernen/Kognition

Cyber



Physisch



- System, das reale (physische) und informationsverarbeitende (virtuelle) Objekte und Prozesse verbindet
- Günstigere Speicherkapazitäten und steigende Rechenleistung wirken als Treiber der Entwicklung

Meilensteine:

- Internet of Things: Vernetzung von physischen und virtuellen Gegenständen, die über das Internet autark zusammenarbeiten in der Industrie 4.0
- Künstlich Neuronale Netze: selbst organisierte Systeme, die die Prinzipien des menschlichen Gehirns imitieren
- Deep Learning: tiefe neuronale Netze, die selbstständig lernen und ihr Wissen anhand eigener Datenauswertungen erweitern

Quellen: https://www.dfki.de/fileadmin/user_upload/import/9744_171012-KI-Gipfelpapier-online.pdf
https://www.sensorsexpo.com/iot-ecosystem

Industrie 4.0 – Autonomie

Weg zum „autonomen Betrieb“

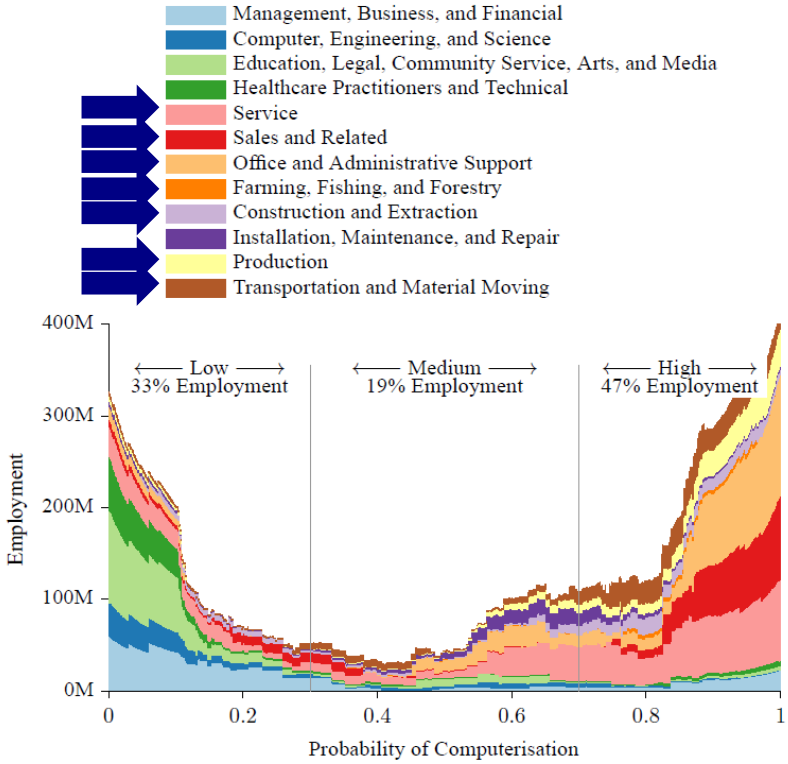
Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5
MANUELLE BEDIENUNG	**ASSISTIERT**	**TEIL-AUTOMATISIERT**	**HOCH-AUTOMATISIERT**	**VOLL-AUTOMATISERT**	**AUTONOM** (OHNE BEDIENER)
Kein Eingreifendes System aktiv	System übernimmt Teilaufgaben	System übernimmt in bestimmten Anwendungs-fällen Aufgaben	System übernimmt in bestimmten Anwendungs-fällen Aufgaben. Es erkennt Systemgrenzen und fordert den Operator zur Übernahme mit ausreichender Zeitreserve auf	System bewältigt im spezifischen Anwendungsfall alle Situationen automatisch	System übernimmt alle Aufgaben vollumfänglich und handelt auch bei Fehlern oder Störungen selbsttätig

Operator Automatisierungsgrad der Funktion

Weitere Faktoren

Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt

Kompetenzen die in den nächsten Jahrzehnten in den USA automatisiert werden können



- Die drei Kategorien geben an, wie gefährdet die Stellen sind
- Die gesamten Flächen unter allen Kurven entspricht der Gesamtbeschäftigtenzahl in den USA

Fazit

- Transport- und Logistikberufe
- Büro- und Verwaltungshilfskräfte
- Berufe in Produktionsbereichen
- Dienstleistungsberufe

Quelle: Frey, C. and Osborne, M.: The Future of Employment: How Susceptible are Jobs To Computerisation. Oxford, Sept. 2013.

Weitere Faktoren

Ethische Aspekte

Definition einer vertrauenswürdigen KI

Vertrauenswürdige KI

Rechtmäßige KI | Ethische KI | Robuste KI

Vertrauenswürdige KI

- **Rechtmäßig** sein und somit geltendes Recht und alle gesetzlichen Bestimmungen einhalten
- **Ethisch** sein und somit die Einhaltung ethischer Grundsätze und Werte garantieren
- **Robust** sein, und zwar sowohl in technischer als auch in sozialer Hinsicht, da KI-Systeme möglicherweise unbeabsichtigten Schaden verursachen, selbst wenn ihnen gute Absichten zugrunde liegen.

University of Stuttgart
Institute of Industrial Automation and Software Engineering

Robo-Test

Foto: Science Photo Library / Sergii Iaremenko

Konzepte

Open World

Kein abgrenzbarer Zustandsraum

Regeln und limitierte Zustände in Spielen

http://www.moehneschach.de/

Verborgen, dynamische Regeln und unendlich viele Zustände

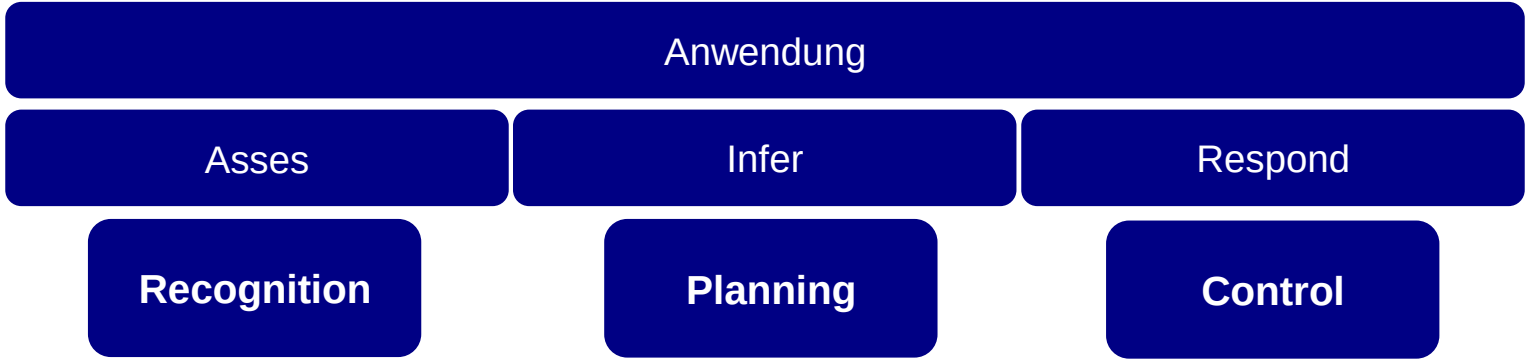
https://de.wikipedia.org/wiki/V%C3%B6lkerschlacht_bei_Leipzig#/media/Datei:MoshkovVI_SrazhLeypcigomGRM.jpg

Der Übergang zwischen einem Spiel und der Realität erfordert industrielle KI

Künstliche Intelligenz

Asses – Infer – Respond

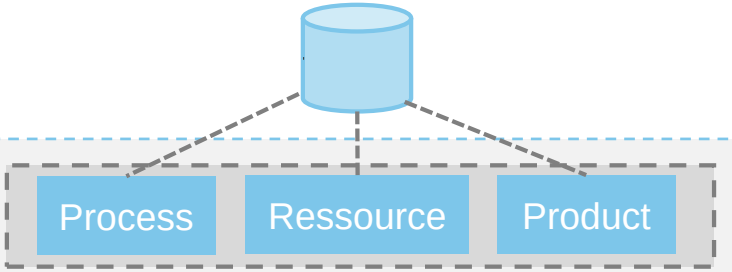
KI-Element Tripel - typische Verarbeitungsschritte eines durch KI getriebenen Anwendungsfalls



Asses (z. B. die Verkehrssituation um ein Roboterauto in Millisekunden erfassen),
Infer (z. B. die Wahrscheinlichkeit eines Auffahrunfalls für die nächsten 3 Sekunden kalkulieren)
und Respond (z. B. das Brems- oder Ausweichmanöver des Roboterautos einleiten).

Datenverarbeitung

Heterogenität in den Daten



Historical Data

- Produkt ID
- Asset ID
- …

Logistic Data

- Auftrags- und Batch Nummer
- Endprodukt und Lieferdatum
- Bauteilrückverfolgung

Process Data

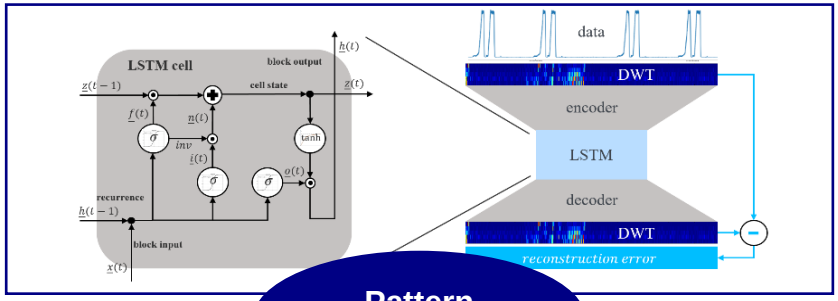
- z.B. Kraft- und Geschwindigkeitskurve, Werkzeugtemperatur
- Qualität (ausreichend / nicht ausreichend)

Machine Data

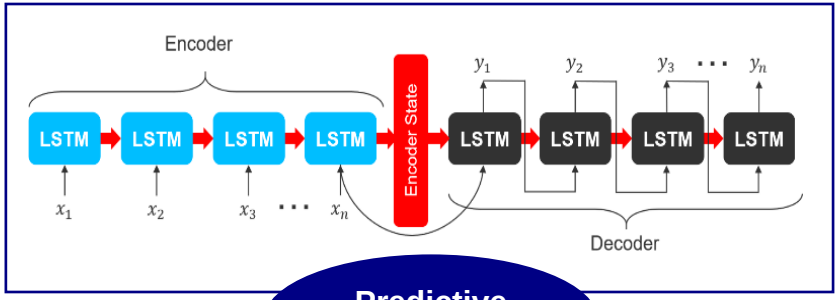
- Maschineninformationen z.B. Stillstandszeiten
- Systemkonfigurationen
- …

Datenanalyse

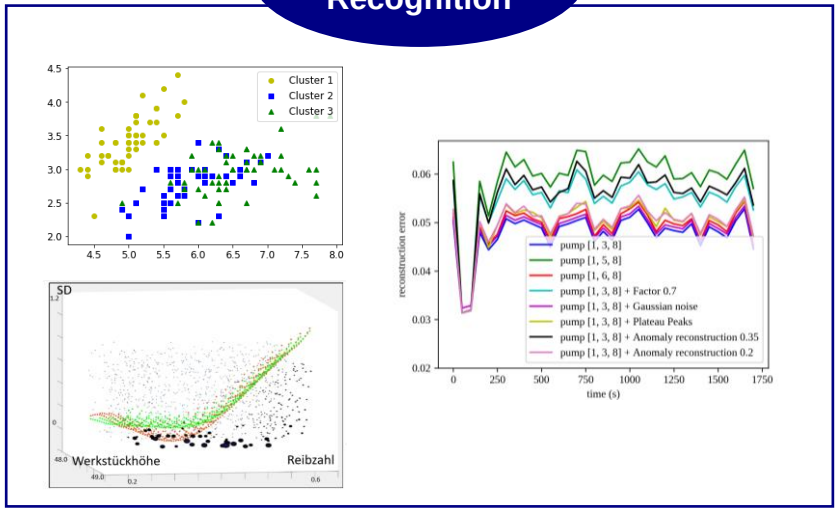
Pattern Recognition und Predictive Analytics

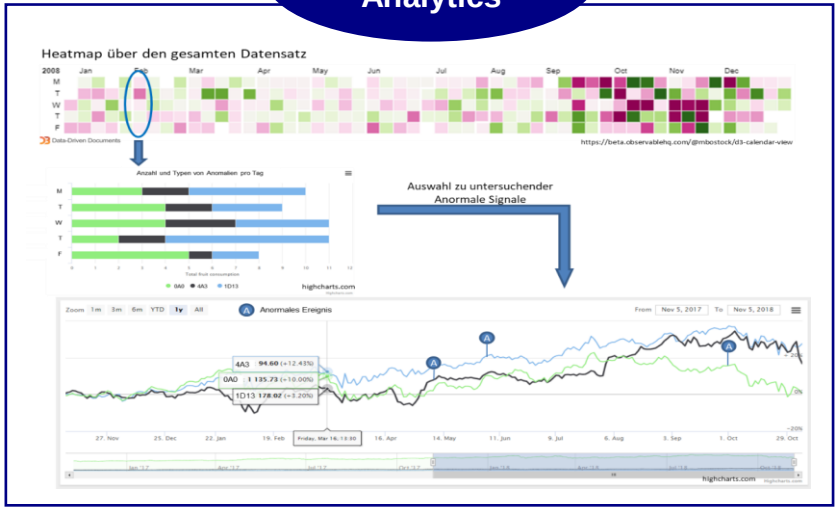


Pattern Recognition



Predictive Analytics





University of Stuttgart
Institute of Industrial Automation and Software Engineering

Robo-Test

Foto: Science Photo Library / Sergii Iaremenko

Anwendung

Absicherung von Industrie 4.0

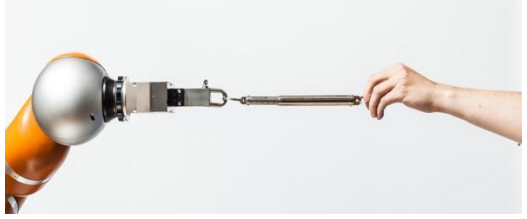
Sicherheit von autonomen Systemen: Brute Force Tests sind unzureichend

Prepare for the Unknown

	Known	Unknown
Unsafe		**SOTIF:** Methoden zur Identifizierung (und Reduzierung) unbekannter inakzeptabler Restrisiken.
Safe	**Safety:** Methoden zur Identifizierung bekannter unsicherer Situationen	

Quelle: Adobe Stock

Quelle: ILS Universität Stuttgart



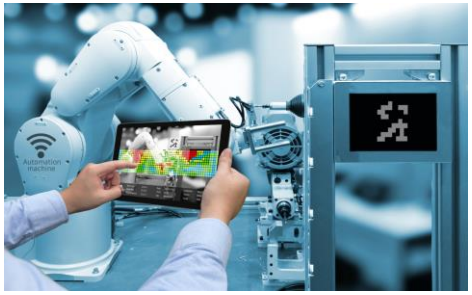
Quelle: IFF Universität Stuttgart / Fraunhofer IPA. Foto Rainer Bez

Quelle: Adobe Stock

Problemstellung

Autonome Systeme effizient und zuverlässig absichern

KI-basierte Testfallauswahl ermöglicht die transparente Absicherung hochautomatisierter und autonomer Systeme



Quelle: Adobe Stock

Heute: Brute Force Ansätze
Ineffizienz und unklare Rechtslage
Wie viele Tests sind notwendig? Wie zeigt man eine transparente Abdeckung? Wie viel Regression für Änderungen?
Aussagen über die richtige Reaktion von hochautomatisierten und autonomen Systemen werden auf einer statistischen Grundlage hinsichtlich der Menge der beherrschten Szenarien getroffen.

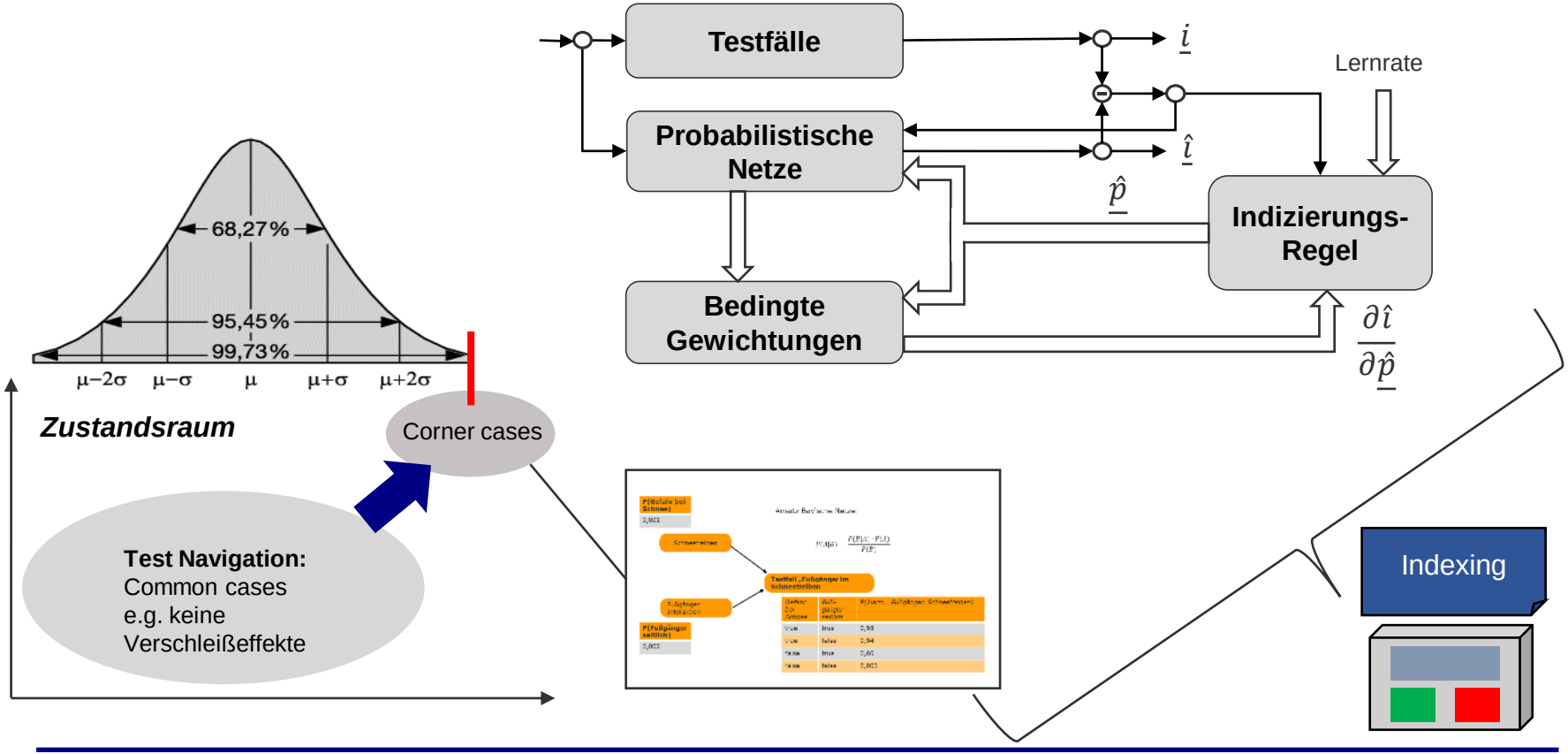
Vision:

Standard für effizientes, transparentes Testen und Zulassen von I4.0-Komponenten und autonomer Systeme.

Etablierung einer standardisierten Plattform mit KI-Methoden zur regressiven Validierung, die verlässliche und transparent nachvollziehbare Informationen zur Absicherung bei der Entwicklung und dem Testen von automatisierten und autonomen I4.0-Systemen liefert.

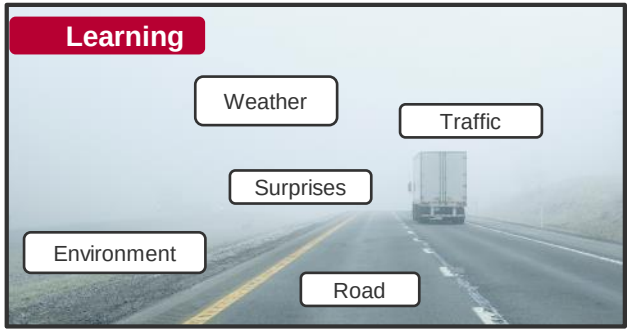
Test und Validierung

Indexierungsmethodik für die Priorisierung und Auswahl von Testfällen



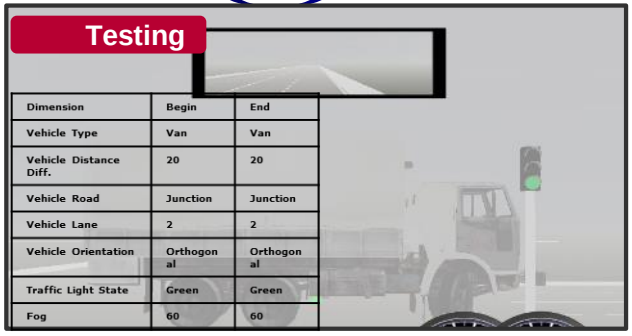
Test und Validierung

Demonstrator: Intelligentes Testen



AI for Learning

Simulator for Test



Dimension	Begin	End
Vehicle Type	Van	Van
Vehicle Distance Diff.	20	20
Vehicle Road	Junction	Junction
Vehicle Lane	2	2
Vehicle Orientation	Orthogonal	Orthogonal
Traffic Light State	Green	Green
Fog	60	60

Dimension	BeginValue	StateChange_Duration	IntermediateValue	EndValue
Highway	True/False		True/False	True/False
Rural	True/False		True/False	True/False
Urban	True/False		True/False	True/False
Parking	True/False		True/False	True/False
MultiLane	True/False		True/False	True/False
OnOffRamp	True/False		True/False	True/False
EmergencyRoute	True/False		True/False	True/False
SolidLine	True/False		True/False	True/False
BrokenLine	True/False		True/False	True/False
TemporaryLine	True/False		True/False	True/False
Shoulder	True/False		True/False	True/False
ConcreteBarrier	True/False		True/False	True/False
Asphalt	True/False		True/False	True/False
Concrete	True/False		True/False	True/False
Mixed	True/False		True/False	True/False
Brick	True/False		True/False	True/False
Dirt	True/False		True/False	True/False
StraightWay	True/False		True/False	True/False
Curve	True/False		True/False	True/False
Hill	True/False		True/False	True/False
Corner	True/False		True/False	True/False
NumberOfLanes	Decimal Number		Decimal Number	Decimal Number
LaneWidth	Decimal Number		Decimal Number	Decimal Number
Length	Decimal Number		Decimal Number	Decimal Number
TrafficDensity	Decimal Number		Decimal Number	Decimal Number
Accident	True/False		True/False	True/False
EmergencyVehicle	True/False		True/False	True/False
Construction	True/False		True/False	True/False
ClosedRoad	True/False		True/False	True/False
StopSign	True/False		True/False	True/False
YieldSign	True/False		True/False	True/False
PrioritySign	True/False		True/False	True/False
ZoneSign	True/False		True/False	True/False
SpeedLimitSign	10, 20, 30, ...		10, 20, 30, ...	10, 20, 30, ...
CrosswalkSign	True/False		True/False	True/False
Debris	True/False		True/False	True/False
Animal	True/False		True/False	True/False
ConstructionEquipment	True/False		True/False	True/False
TrafficLightState	Red, Yellow, Green		Red, Yellow, Green	Red, Yellow, Green
Wind	Decimal Number		Decimal Number	Decimal Number
Rain	Decimal Number		Decimal Number	Decimal Number
Snow	Decimal Number		Decimal Number	Decimal Number
Sleet	Decimal Number		Decimal Number	Decimal Number
Temperature	Decimal Number		Decimal Number	Decimal Number
Fog	Decimal Number		Decimal Number	Decimal Number
Smoke	Decimal Number		Decimal Number	Decimal Number
Smog	Decimal Number		Decimal Number	Decimal Number
Dust	Decimal Number		Decimal Number	Decimal Number
Mud	Decimal Number		Decimal Number	Decimal Number
StandingWater	True/False		True/False	True/False
IcyRoad	True/False		True/False	True/False
SnowOnRoad	True/False		True/False	True/False
Day	Decimal Number		Decimal Number	Decimal Number
Dawn	Decimal Number		Decimal Number	Decimal Number
Dusk	Decimal Number		Decimal Number	Decimal Number
Night	Decimal Number		Decimal Number	Decimal Number
StreetLight	True/False		True/False	True/False
HeadLight	True/False		True/False	True/False
TrafficCar1Type	Car, Van, Bus, ...		Car, Van, Bus, ...	Car, Van, Bus, ...
TrafficCar1Color	Red, Green, Blue, ...		Red, Green, Blue, ...	Red, Green, Blue, ...
TrafficCar1DistanceDiff	+ infront - behind		+ infront - behind	+ infront - behind
TrafficCar1Road	JunctionInteger number		JunctionInteger number	JunctionInteger number
TrafficCar1Orientation	ParallelOrthogonalOpposite		ParallelOrthogonalOpposite	ParallelOrthogonalOpposite
TrafficCar1Lane	SameOfDifferentInteger number		SameOfDifferentInteger number	SameOfDifferentInteger number
TrafficCar2Type	Car, Van, Bus, ...		Car, Van, Bus, ...	Car, Van, Bus, ...
TrafficCar2Color	Red, Green, Blue, ...		Red, Green, Blue, ...	Red, Green, Blue, ...
TrafficCar2DistanceDiff	+ infront - behind		+ infront - behind	+ infront - behind
TrafficCar2Road	JunctionInteger number		JunctionInteger number	JunctionInteger number
TrafficCar2Orientation	ParallelOrthogonalOpposite		ParallelOrthogonalOpposite	ParallelOrthogonalOpposite
TrafficCar2Lane	SameOfDifferentInteger number		SameOfDifferentInteger number	SameOfDifferentInteger number
TrafficCar3Type	Car, Van, Bus, ...		Car, Van, Bus, ...	Car, Van, Bus, ...
TrafficCar3Color	Red, Green, Blue, ...		Red, Green, Blue, ...	Red, Green, Blue, ...
TrafficCar3DistanceDiff	+ infront - behind		+ infront - behind	+ infront - behind
TrafficCar3Road	JunctionInteger number		JunctionInteger number	JunctionInteger number
TrafficCar3Orientation	ParallelOrthogonalOpposite		ParallelOrthogonalOpposite	ParallelOrthogonalOpposite
TrafficCar3Lane	SameOfDifferentInteger number		SameOfDifferentInteger number	SameOfDifferentInteger number
PedestrianAge	integer number		integer number	integer number
PedestrianGender	male/female		male/female	male/female
PedestrianDistanceDiff	+ infront - behind		+ infront - behind	+ infront - behind
PedestrianSidewalk	right/left		right/left	right/left
PedestrianClothesColor	Red, Green, Blue, ...		Red, Green, Blue, ...	Red, Green, Blue, ...
CyclistColor	Red, Green, Blue, ...		Red, Green, Blue, ...	Red, Green, Blue, ...
CyclistDistanceDiff	+ infront - behind		+ infront - behind	+ infront - behind
CyclistLane	SameOfDifferentInteger number		SameOfDifferentInteger number	SameOfDifferentInteger number

University of Stuttgart
Institute of Industrial Automation and
Software Engineering

Foto: Science Photo Library / Sergii Iaremenko

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!