Autonomie in technischen Systemen

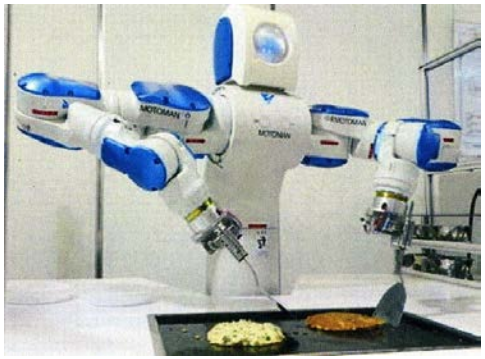
Hans-Jörg Kreowski

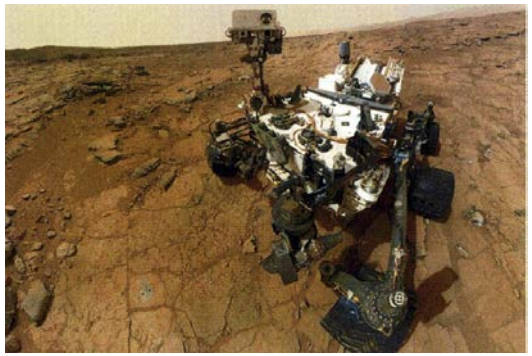
Teilprojektleiter von 2004 bis 2012

Mitantragsteller eines SFBs zu autonomen Robotern (nicht bewilligt)

Beispiele für autonome technische Systeme

Intensive Forschung und Entwicklung
mit einem breiten Spektrum an Anwendungen
und umfangreichen staatlichen Fördergeldern
(z.B. Cyber-physikalische Systeme,
Industrie 4.0,
Internet der Dinge,
AUTONOMIK, …)





Beispiele für autonome technische Systeme

… und umfangreichen staatlichen Fördergeldern …

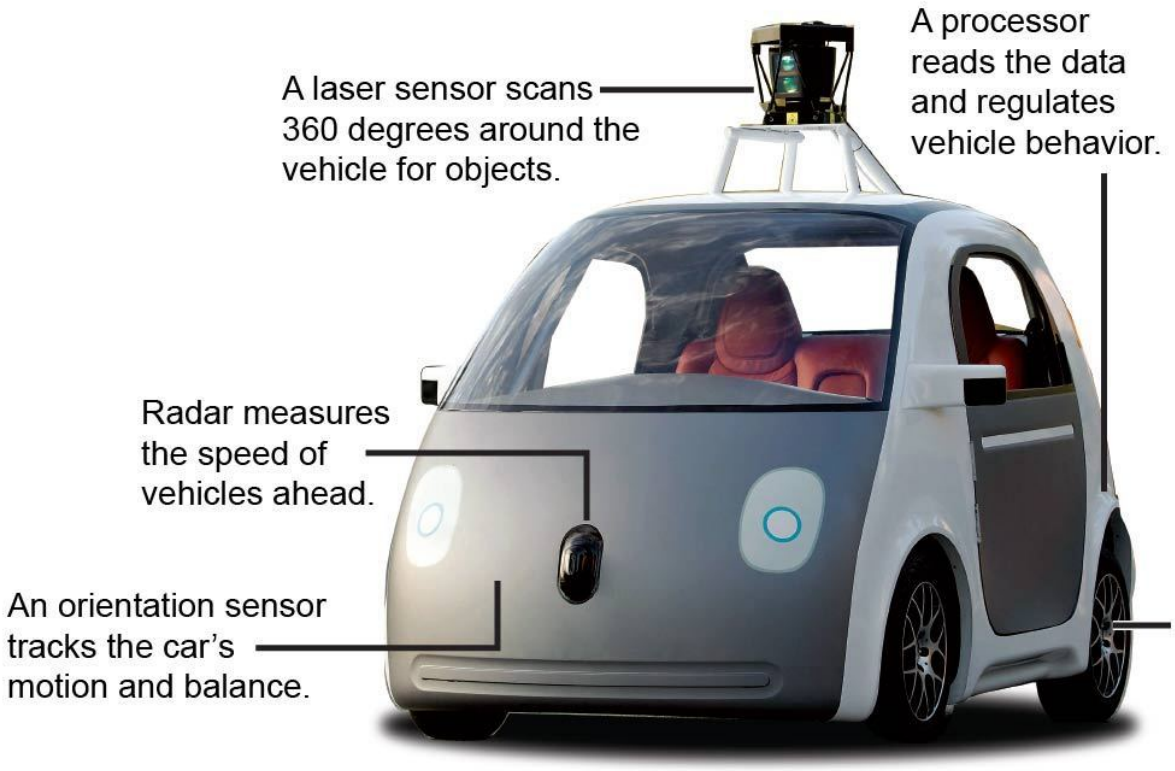
(z.B. … RoboCup)

B-Human

RoboCup Standard Platform League

Beispiele für autonome technische Systeme

... mit einem breiten Spektrum an Anwendungen ...
(z.B. … GOOGLE driverless car)



Source: Google

Raoul Rañoa / @latimesgraphics

Beobachtung: autonome technische Systeme

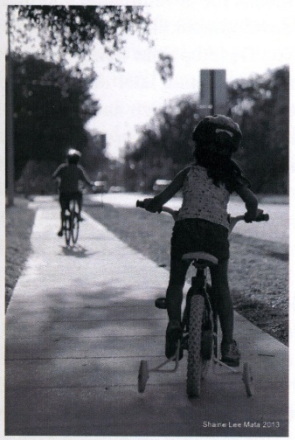
... befinden oder bewegen sich in einer
sich ändernden und nicht vollständig bekannten Umgebung
und erledigen dabei ihre Aufgaben

... treten einzeln auf oder in einer Gemeinschaft
mit- oder gegeneinander
(bis hin zu Schwärmen von Nanobots)

... müssen dazu
ihre Umgebung erfassen und interpretieren,
Schlüsse ziehen und planen,
entscheiden und möglichst optimal handeln

... sollen sich teils durch Lernen verbessern

Vorbilder für autonome Systeme

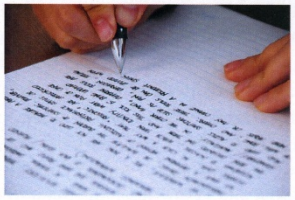


(a) Girl learning to ride a bicycle.
Shaine Mata, CC BY-NC-ND 2.0 license

(b) 2.5 months old baby learns to grab objects.
www.flickr.com/people/_-o-_/
CC BY 2.0 license

(c) Woman making pottery.
Owen Lin, CC BY-NC-ND 2.0 license

(d) Man juggles.
www.flickr.com/people/Dvortygirl
CC BY-SA 2.0 license



(e) Handwriting a text.
Jeffrey J. Pacres, CC BY-NC-ND 2.0 license

(f) Rubik's cube is a game where experts players can use acquired skills to simplify a hard search problem considerably.
Steve Rhodes, CC BY-ND 2.0 license

... sind Menschen mit ihren Handlungs-, Problemlösungs-, Kommunikations-, Koordinations- und Lernfähigkeiten (wird propagiert)

Aber...

Quelle: Dissertation Jan Hendrik Metzen 2014

Stand der Kunst

trotz hohen Aufwands und beachtlicher Einzelerfolge noch recht bescheiden,

z.B.:

Wenden eines Eierkuchens,
Roboter-Fußball,
autonome Landfahrzeuge,
haptisches Identifizieren von Gegenständen,
...

Was ist Autonomie überhaupt?

in der Philosophie

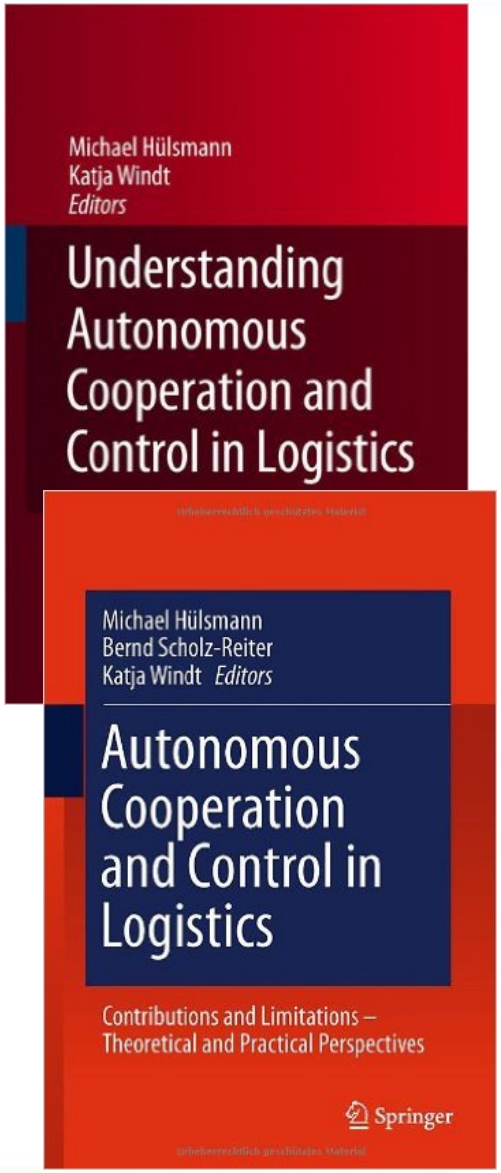
... als Möglichkeit und Aufgabe des Menschen, sich selbst als freiheits- und vernunftfähiges Wesen zu bestimmen und entsprechend aus Freiheit nach dem Kategorischen Imperativ moralisch zu handeln.

Handle so, dass die Maxime deines Willens jederzeit zugleich als Prinzip einer allgemeinen Gesetzgebung gelten könne.

Was ist Autonomie überhaupt?

in der Politik	in der Natur	in der Technik
Staat Gebiet	Menschen Tiere (Pflanzen)	Roboter Systeme Prozesse
mit eigener Gesetzgebung, Exekutive, Rechtsprechung	Mechanismen weitgehend ungeklärt	Mechanismen gemacht, gewollt im Rahmen des algorithmisch Möglichen

Was ist Autonomie überhaupt?



Autonome Kontrolle beschreibt dezentrale Entscheidungsprozesse in heterarchischen Strukturen. Vorausgesetzt werden interagierende Elemente in nichtdeterministischen Systemen mit der Fähigkeit und Möglichkeit, eigene Entscheidungen zu treffen.

SFB 637

Was ist Autonomie überhaupt?

Agieren gemäß
eigener Ziele, Prinzipien, Zuständen, Kenntnisse
ohne Intervention von außen

Agieren auf der Basis
integrierter Sensorik, Analytik,
Kommunikationsmöglichkeit,
Planung, Entscheidung,
um vorgegebene Ziele zu erreichen

in sich ändernder Umgebung
mit potentiellem Nichtdeterminismus

Andrew P. Williams, Chapter 2

Probleme autonomer Systeme: Modellierung

Umgebungen als Graphen

Gemeinschaft autonomer Einheiten:
initiale Umgebungen, Menge autonomer Einheiten,
Kooperationsbedingung & Ziele

autonome Einheit:
Regelmenge & Kontrollbedingung

Semantik:
beginnend mit initialer Umgebung
wendet jede Einheit ihre Regeln an
unter Beachtung der Bedingungen,
bis Ziele erreicht sind

ähnlich: Multiagentensysteme, Schwärme, allerlei Netze

Probleme autonomer Systeme: Modellierung

Umgebungen als Graphen

Gemeinschaft autonomer Einheiten:
initiale Umgebungen, Menge autonomer Einheiten,
Kooperationsbedingung & Ziele

Graphen,
Regeln,
logische
Formeln,
...

autonome Einheit:
Regelmenge & Kontrollbedingung

Semantik:
beginnend mit initialer Umgebung
wendet jede Einheit ihre Regeln an
unter Beachtung der Bedingungen,
bis Ziele erreicht sind

ähnlich: Multiagentensysteme, Schwärme, allerlei Netze

Probleme autonomer Systeme: Modellierung

Autonomie in technischen Systemen
ist heute immer von Menschen gemacht

und daran wird sich nichts ändern (?)

... ist also keine wirkliche Autonomie,
sondern eine Analogiebildung oder Vortäuschung
(ähnlich wie künstliche Intelligenz, maschinelles Lernen)

das „Kind" braucht einen Namen
(technische, künstliche, maschinelle Autonomie?),
aber darf nicht verwechselt werden

Probleme autonomer Systeme: Effizienz

Fast alle Planungs- und Optimierungsprobleme
(wie Tourenplanung, Zielsuche)
sind NP-schwer

d.h. alle bekannten exakten Lösungen sind
im schlechtesten Fall mindestens exponentiell
(2^n Rechenschritte für Eingabegröße n,
z.B. EWS mit rund 10000 Knoten)

sie funktionieren nur für kleine Instanzen,
brauchen meist mehr Zeit als verfügbar

Probleme autonomer Systeme: Effizienz

Auswege:

hoffen, dass der schlechteste Fall nicht oft eintrifft
(Expertensysteme, SAT-Solver, Model Checker)

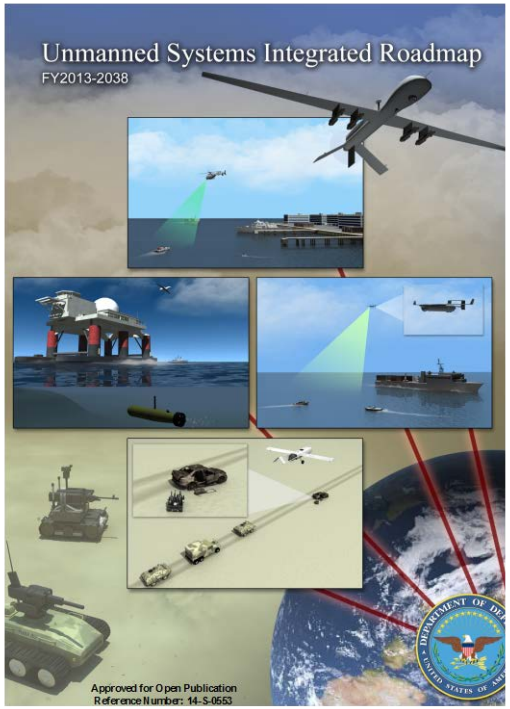
brechen Berechnung ab, wenn es zu lange dauert,
probieren etwas anderes

Heuristiken, insbesondere prozedurales Lernen

falsche Ergebnisse werden akzeptiert,
Abweichung von Lösung oft unbekannt

nicht gangbar,
wenn man sich Fehler nicht leisten kann oder will

Probleme autonomer Waffensysteme: Ethik



USA planen,
einen erheblichen Teil
ihrer Bewaffnung
auf unbemannte Vehikel
in der Luft,
am Boden und
zu Wasser
umzustellen

Unmanned Systems Integrated Roadmap

2013 auf 160 Seiten bis 2038 fortgeschrieben

Probleme autonomer Waffensysteme: Ethik

ein wesentliches Entwicklungsziel
für die nahe Zukunft mit höchster Priorität
sind autonome Waffen

Motiv: Personalkosten senken

Autonomie bedeutet dabei, dass die Systeme selbst die Signifikanz der gesammelten Informationen erkennen und eigenständig über weitere Aktionen (einschließlich Waffengebrauch und Tötung von Menschen) entscheiden, ohne dass Menschen direkt eingreifen.

Probleme autonomer Waffensysteme: Ethik

die Herausgeber des 360-seitigen Sammelbands empfehlen:

Rückgriff auf zivile Entwicklungen
statt Eigenentwicklungen
in geheimen Waffenlaboren
(der zivile Bereich ist schneller,
preiswerter, innovativer, ...)

Probleme autonomer Waffensysteme: Ethik

die Entscheidung über Leben und Tod wird autonomen Maschinen überlassen

Ist es verantwortbar?

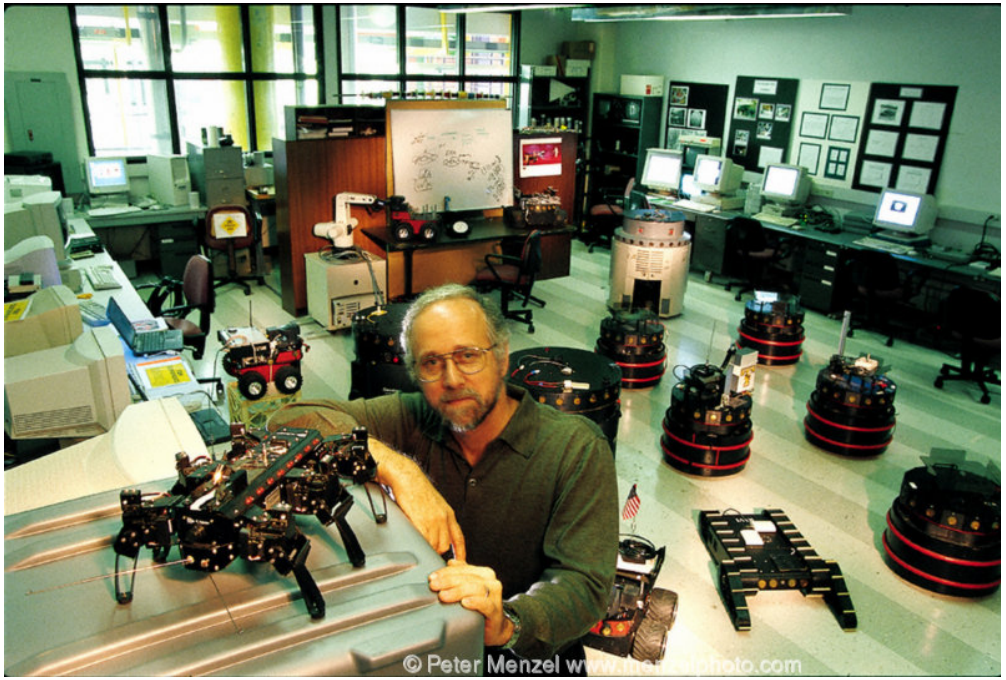
Darf das sein?

Ist das ethisch vertretbar?

Können Maschinen das?

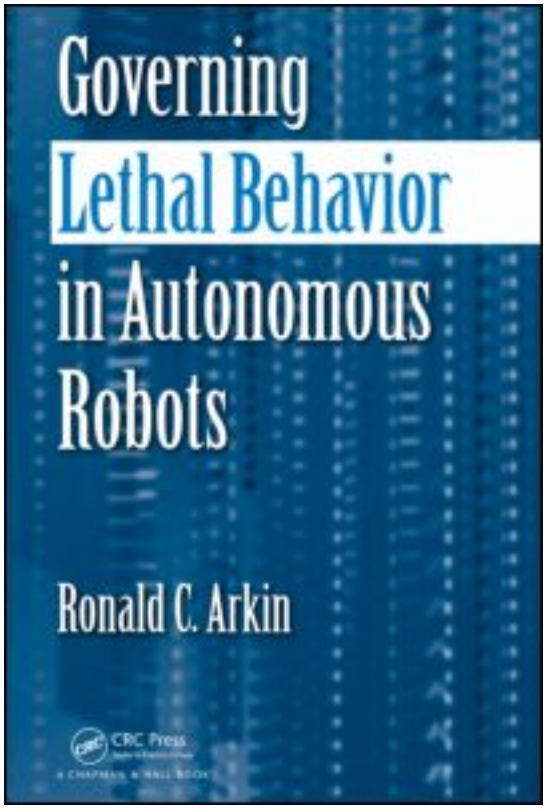
Können Maschinen beispielsweise das Kriegsvölkerrecht beachten?

Probleme autonomer Waffensysteme: Ethik



Ron Arkin

Georgia Institute of Technology



Maschinenethik ist nicht nur möglich, sondern wünschenswert

Roboter geraten nicht in Panik

Roboter können Befehle beurteilen und gegebenenfalls verweigern (künstliches Gewissen)

Probleme autonomer Waffensysteme: Ethik

die Entscheidung über Leben und Tod wird autonomen Maschinen überlassen

Darf das sein?

meine Antwort: NEIN

ein autonomes Waffensystem führt programmierte Entscheidungs- und Planungsalgorithmen aus

(mit den Problemen bei Effizienz und Korrektheit)

der Eingriff der Menschen ist nur verschoben

das Kriegsvölkerrecht lässt sich nicht programmieren

Ausweg: Verbot autonomer Waffen

weltweiter Aufruf zum Bann autonomer Waffen

Autonomous Weapons:
an Open Letter from AI & Robotics Researchers

20171 Unterschriften davon 2981 von AI/Robotik-Fachleuten
(Stand Mitte Oktober)

International Committee for Robot Arms Control
(ICRAC)

Vielen Dank für Ihre/Eure Aufmerksamkeit