

Evolution: Automaton bis autonome Robotic



150-200 BC Planetenmodell



Star Wars Darth Vader Arm



RoboPatriots at George
Mason University

Was ist ein Roboter?

„Ein Roboter ist ein programmierbares Mehrzweck-Handhabungsgerät für das Bewegen von Material, Werkstücken, Werkzeugen oder Spezialgeräten. Der frei programmierbare Bewegungsablauf macht ihn für verschiedenste Aufgaben einsetzbar.“ (Quelle)



Was ist ein Roboter?

Nach allgemeiner Vereinbarung ist ein Roboter:

Eine programmierbare Maschine, die die Handlungen oder das Aussehen einer intelligenten Kreatur nachahmt - normalerweise ein Mensch.

Welche technischen Bauteile zeichnen eine Maschine als Roboter aus:

- **Sensoren** für Achs-encoder, optional Kollisionskontrolle
- Endeffektor für die Manipulation physischer Objekte, montage, bewegen, verändern
- variable Bewegungsabläufe, (programmierbar, micro Computer, Controller)
- Wunsch: funktioniert autonom, interagiert mit Menschen

Arten von Robotern



SCARA (Ebene)



4-7 Rotationsachsen
Kugelförmiger Arbeitsbereich



Parallel Roboter (high speed)

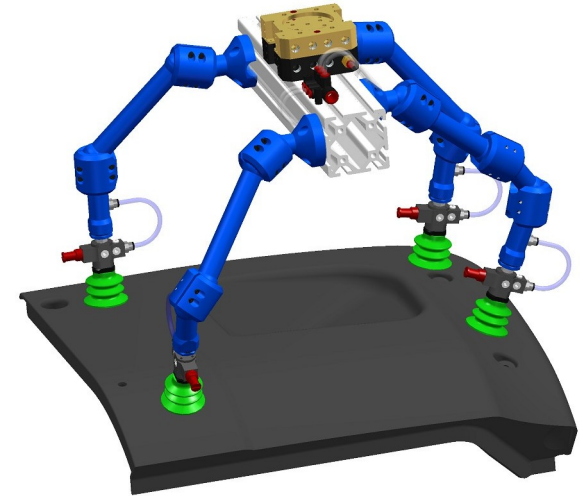
Manipulatoren



Greiferhand
(formschlüssig)



Kaffeegreifer
(Vakuum)



Sauger
(Vakuum)

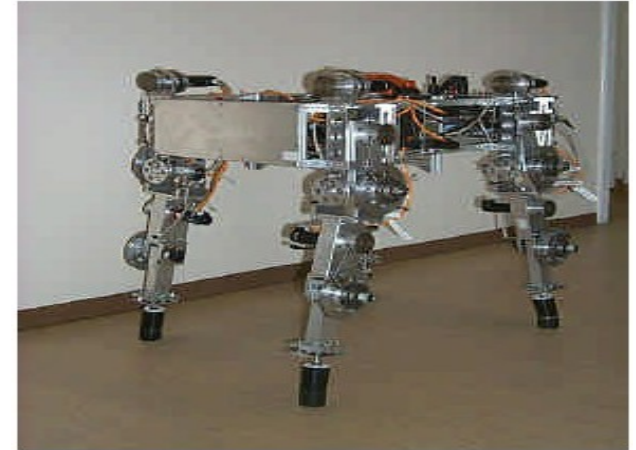
Fortbewegung



Fliegen



Fahren



Tauchen



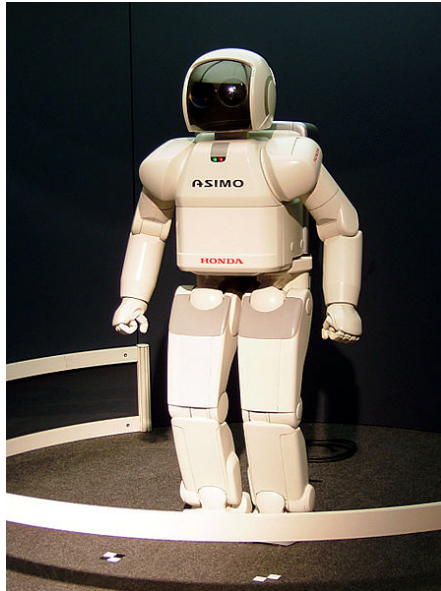
Laufen dynamisch



Laufen statisch
kein Gleichgewichts Problem

Humanoider-Roboter Beispiel

ASIMO



Honda Forschung und Industrie

Gewicht : 55 kg

Größe : 130 cm

Sprachen: Japanisch & Englisch

Geschwindigkeit: bis zu 9 km/h „rennen“

Etwa 2,7 km/h beim Gehen

Roboter Regeln von Asimov (1942 Runabout)

Ein Roboter darf kein menschliches Wesen verletzen oder durch Untätigkeit zulassen, dass einem menschlichen Wesen Schaden zugefügt wird.

Ein Roboter muss den ihm von einem Menschen gegebenen Befehlen gehorchen – es sei denn, ein solcher Befehl würde mit Regel eins kollidieren.

Ein Roboter muss seine Existenz beschützen, solange dieser Schutz nicht mit Regel eins oder zwei kollidiert.

Geschichte der Robotik

Die Geschichte der Robotertechnik begann 1954 :

Der US-Amerikaner George Devol (1912 bis 2011) erfand 1954 ein Verfahren zur Maschinensteuerung, das er sich patentieren ließ. Er entwickelte im Jahr 1956 den Roboter **Unimate**, den ersten Industrieroboter.

Vater der Robotik

Der US-amerikanische Ingenieur Joseph Engelberger (1925 bis 2015) gilt als Vater der Robotik. Er gründete 1961 zusammen mit George Devol das Unternehmen Unimation*, das sie im Jahr 1983 für 107 Millionen Dollar verkauften.

*Universal Automation



Die Japaner vereinnahmten die Robotik als erste Nation

1957 überzeugte Engelberger den CEO des Unternehmens Consolidated Controls Corp. (Condec), bei dem er inzwischen als Direktor tätig war, die weitere Entwicklung des ersten Industrieroboters zu finanzieren. Nach zwei Jahren produzierten Engelberger und Devol den ersten Unimate. Dieser besaß einen mechanischen Arm, der mehrere Befehle ausführen konnte, die auf einer Magnettrommel gespeichert waren.

Im Jahr 1959 installierte General Motor den ersten Prototypen, und im Jahr 1961 wurde der Unimate am Fließband bei General Motors eingesetzt. Dort schweißte er Teile für Karosserien.

Der erste Roboter in der Fabrikautomatisierung war geboren!

Ab 1966 konnten die Unimate-Roboter auch Lackieren und Punktschweißen.

Die Roboter als Lösung für Fachkräftemangel

Während das Geschäft in seinem Heimatland schleppend lief, sah die japanische Regierung, die Roboter als Lösung für den zur damaligen Zeit bestehenden Fachkräftemangel an. Die ersten Industrieroboter mit hydraulischen Zylindern als Antriebsquellen wurden in Japan ab 1967 eingesetzt. Im Jahr 1968 erhielt das japanische Unternehmen Kawasaki das Lizenzrecht, Unimate in Japan für den asiatischen Markt zu produzieren.

In **Deutschland** halfen hydraulische Industrieroboter ab 1970 bei Mercedes-Benz in der Automobilproduktion

Allerdings hatten die Roboter von Unimation, die zunächst das Punktschweißen unter schwerer Last übernehmen sollten, **einen Nachteil**: Sie kamen damit kaum zurecht. Der Augsburger Robotikpionier Kuka fungierte damals als deutscher Händler von Unimation. Er rüstete die amerikanischen Roboter für die Schwerarbeit auf. Der Startschuss für die eigene Roboter-Entwicklung war gefallen. Im Jahr 1973 bauten die Augsburger schließlich den weltweit ersten Industrieroboter mit sechs elektromechanisch angetriebenen Achsen, bekannt als Famulus. Doch die Konkurrenz schlief nicht.

Autofabriken als Innovationstreiber

Im Jahr 1974 stellte das schwedische Unternehmen Asea (heute ABB) seinen Roboter IRB 6 vor, der weltweit erste vollständig elektrische kommerzielle Industrieroboter mit Mikroprozessorsteuerung. Als bedeutender Anwendungsbereich kristallisierte sich bald das Punktschweißen heraus, und der 1982 eingeführte IRB 90 wurde eigens für diese Aufgabe entwickelt. Ebenfalls im Jahr 1974 entwickelte und installierte das japanische Unternehmen Fanuc den ersten Industrieroboter in Japan.

Drei Jahre später startete das Unternehmen den Export von Industrierobotern.

Yaskawa führte 1977 den ersten Motoman L10, den ersten Gelenkroboter der Industrie, auf dem Markt ein. Er hatte fünf Roboterachsen, eine maximale Traglast von zehn Kilogramm und eine Point-to-Point-Ansteuerung

Im Jahr 1982 zählten zur Hauptkundschaft der Roboterbranche die Automobilfabriken. Weil damals bereits vorauszusehen war, dass die europäischen Autofabriken ihre Schweißstraßen in den nächsten Jahren vollständig mit Robotern besetzt haben würden, suchten die Roboterhersteller nach neuen Einsatzfeldern für die künstlichen Kollegen. In der deutschen Unimation-Niederlassung in Heusenstamm bei Frankfurt beispielsweise trainierten die Roboter damals für neue Aufgaben in der Lebensmittelindustrie, genauer gesagt für das Umstapeln von Tiefkühlkost auf Palette.

Erfinder und Weltmarktführer

Weltmarktführer der Industrieroboterhersteller waren im Jahr 2010 mit einem Anteil von etwa 20 Prozent die beiden japanischen Unternehmen Fanuc und Yaskawa Electric (mit der Marke Motoman) und der deutsche Hersteller Kuka Roboter mit einem Anteil von etwa 10 bis 15 Prozent.

FANUC

YASKAWA

KUKA

Roboter mit künstlicher Intelligenz

Doch zurück zur Gegenwart: Ein Highlight der jüngsten Hannover Messe waren Roboter, die mit Menschen zusammenarbeiten und dabei selbständig lernen können, also über künstliche Intelligenz verfügen. Beispielsweise konnten Besucher am Stand von Omron Electronics die dritte Generation des Tischtennisroboters Forpheus bestaunen und sich so ein Bild vom Fortschritt der auf der Gestensteuerung basierenden **Mensch-Maschine-Interaktion** machen. Denn Forpheus kann die Bahn des von seinem Gegenüber aufgeschlagenen Balls mit 80 Berechnungen pro Sekunde präzise vorhersagen. Was wie eine Spielerei anmutet, ist in Wirklichkeit Entwicklungsarbeit für die nächste Stufe der Mensch-Maschine-Interaktion und damit für neuartige Produktionsverfahren in der **Automatisierung**.

Anwendungsbereiche für moderne Roboter

Einsatz unter unmenschlichen Arbeitsbedingungen

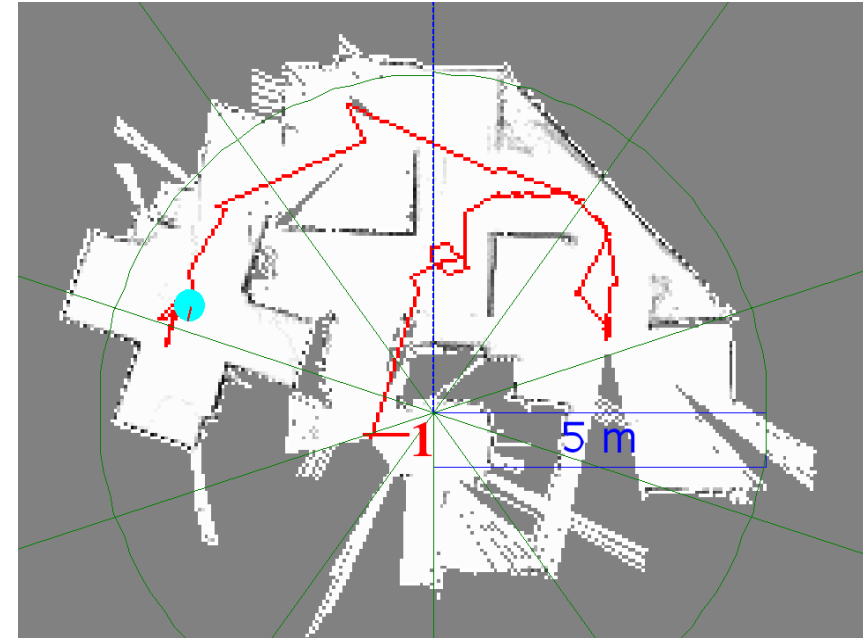
- Gefährliche oder unangenehme Umgebung (Rauch, Lärm, Einsturzgefahr, Strahlung)
- Gefahrenstoffe (biologische oder giftige Materialien)
- Eintönige Arbeiten (Fließband)
- Anstrengende Arbeiten (schwere Produkte, Montage über Kopf)

Vorteile bei Einsatz in folgenden Arbeitsbereichen

- Qualitätskontrolle, mit hoher Güte
- Hohe Genauigkeit bei Montage oder Positionierung
- 24/7 Betrieb (keine Wochenend- oder Nachtarbeitszulage, keine Krankheit)
- Hohe Zuverlässigkeit der Arbeitsabläufe (kein vergessen)

Skills & Sensorik in modernen Robotern

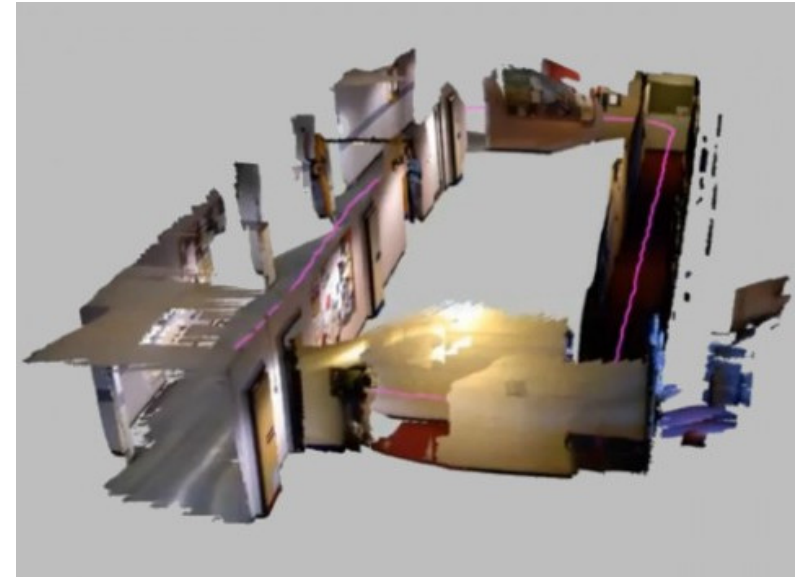
- Position der Gelenke bestimmen, Kollisionskontrolle (selbst), sensitive Haut, Stösse detektieren, Endeffektor: Greifer (auf/zu), Sauger (an/aus), Objekt gegriffen (ja/nein)
- Bahnplanung (Robotercontroller), Schnittstellen
- Kraftmessung (Kraftmessdose) Objektgewicht und Arbeitskraft bestimmen
- Teach Mode (gewichtsloser Schwebezustand)
- SLAM (simultaneous localization and mapping)
Lokalisation (GPS)
- Datenaustausch
(innerhalb Bus/ausserhalb 3G 4G LTE)
- AI, Scene understanding, Klassifikation, Learning



SLAM

Erweiterte Skills Humanoider Roboter

- Motorik, um in normaler Umgebung zu manövrieren (Treppen, unebener Boden)
- Emotionen ausdrücken, non verbale Kommunikation
- Sehen (Grauwert, Farbe, Tiefeninformationen, z.B. Stereo, ToF)
- Hören, Sprechen (Verstehen, Zuordnung)
- Wissen über die Umwelt (Objektdatenbanken)
- Einsatz an menschlichen Arbeitsplätzen ohne Umbau
- Cluttered Scenes
- Schnelles Anlernen des Arbeitsablaufes
- Portable Energieversorgung
- Kollaboration mit anderen Robotern oder Menschen



Drift in 3D point clouds

Kollaborierende Roboter (CoBot)

- Designed mit Menschen im Team zu arbeiten
- Zusammenarbeit mit anderen Robotern
- Leichtbau Roboter, Verwendung von Kunststoffen und Aluminium
- Übernehmen gefährliche Arbeitsschritte
- Stopp bei geringster Berührung, sensitive Haut, Stosssensoren
- Flexibel und einfach teach- oder reprogrammierbar
- Alle großen Roboter Hersteller bieten CoBots an: Kuka, Fanuc, UR



Mensch - Roboter



Roboter - Roboter

Networking Roboter

Zentrale Steuereinheit (Beispiel: Atlas, Boston Dynamics)

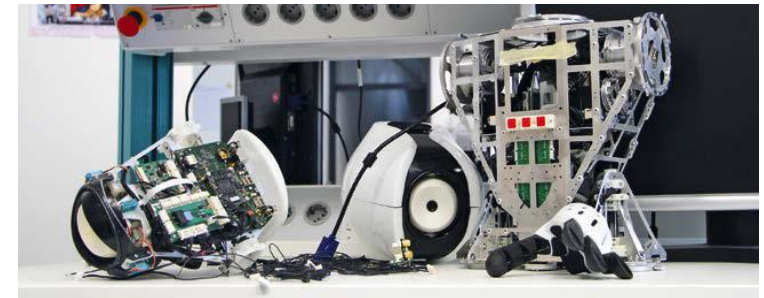
- Hauptrecheneinheit mit Vernetzung aller Teile
- Zentrale Energieversorgung
- Montage oder demontage problematisch



Atlas

Dezentral (Beispiel: Myon beuth Hochschule)

- Im Betrieb demontierbare Körperteile
- Funktion bleibt auch demontiert erhalten
- Energieversorgung in jedem Teil integriert
- Steuerung, AI, neuronale Netze in jedem Teil



Myon

Herausforderung Energiehaushalt

Interne Steuerung benötigt mindestens

- Gleichgewichtsberechnungen
- Koordination bei Zweiarm-Montage
- Ansteuerung & Aufbereitung der Sensoren
- OnChip Berechnungen in Kamerasystemen, z.B. Berechnung von Tiefenbildern

Auslagerbare Berechnungen in Services

- Google Cloud services, z.B. Cloud Vision
- Objektdatenbanken (Verwendung von Objekten)
- Skilldatenbanken (Türen öffnen, Steckdose finden)
- Online DeepLearning, unbegrenzte Rechenleistung

Mensch: 80%

Laune: -30%

Nahrung: 95%

Rakete: 5%



Google Cloud Platform
Cloud Vision API



Auslagerung aufwändiger
Berechnungen

Alle Teile sind entwickelt, lasst sie uns montieren

übertragenes Buch Mose:

1.M 1:26 Und der Mensch sprach: Lasst uns den Roboter machen, ein Bild, das uns gleich sei,

1.M 1:27 Und der Mensch schuf den Roboter ihm zum Bilde, zum Bilde des Menschen schuf er ihn, ...

Was ist der Traum des Menschen, was will er erreichen?

Vielleicht ist die Menschheit nur eine Phase in der Evolution der Roboter.

Welche Schwierigkeiten gibt es bei der aktuellen Entwicklung?

Video Beispiel 1: Softbank Robotics, Pepper

Entwickelt für sozialen Kontakt mit Menschen

Video Beispiel 2: Boston Dynamics, Atlas

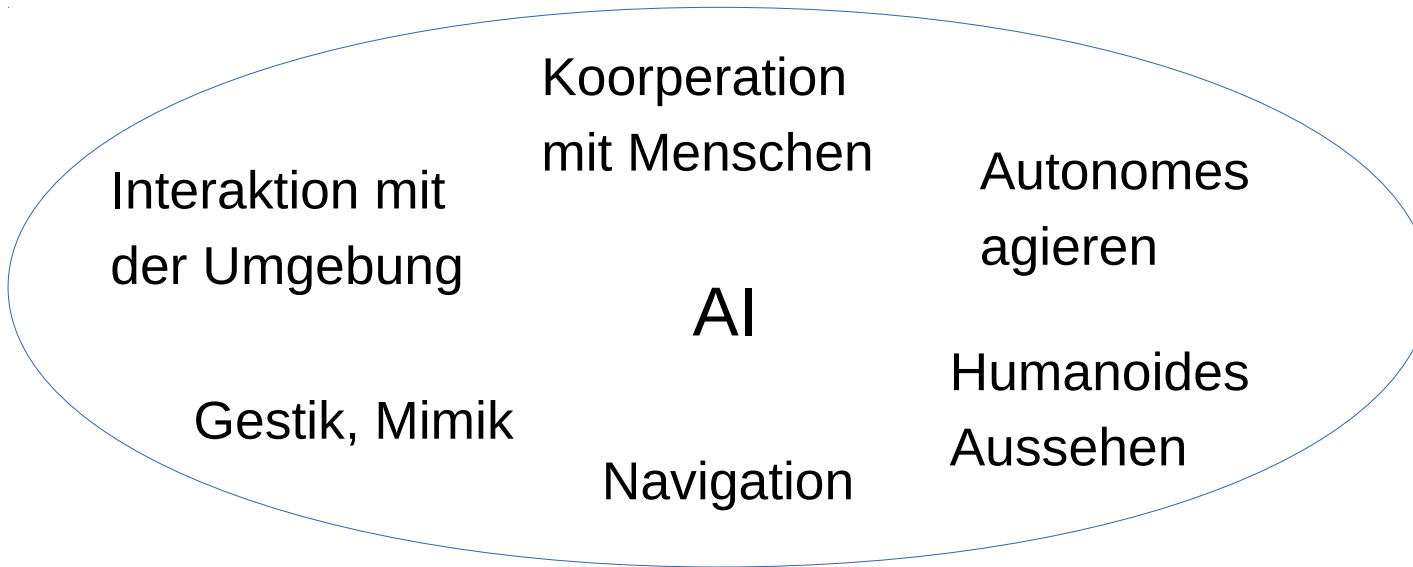
Militärische Forschung, Einsatz im menschlichen Arbeitsumfeld

Video Beispiel 3: Hanson Robotics, Sophia

AI, Konversation, menschliche Mimik, Oct. 2016 Saudi Arabian citizenship

Je menschenähnlicher ein Roboter desto besser

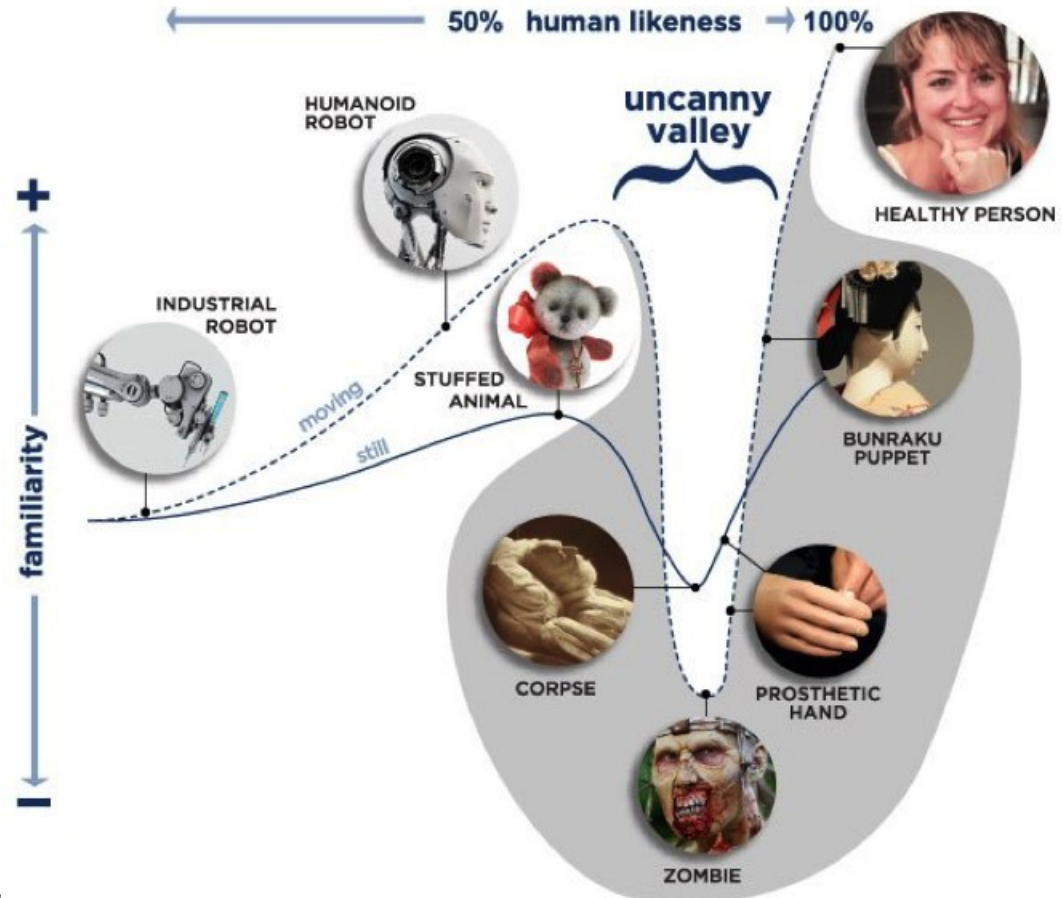
Wunsch: Roboter sollen alle Fähigkeiten eines Menschen besitzen



Kann eine Verbesserung in diesen Bereichen die Akzeptanz verbessern?

Akzeptanzlücke

- Pardoxer Effekt in der Akzeptanz dargebotener künstlicher Figuren auf die Zuschauer
- Der Effekt beschreibt die nicht stetige Änderung der Annahme solcher Objekte
- Ab einem bestimmten Niveau des Anthropomorphismus fällt die Akzeptanz schlagartig ab und steigt erst wieder ab einem sehr hohen Grad an
- Dieses Verhalten kann auch bei menschlichen Gruppen beobachtet werden, wo Absonderung ein Teil der Gruppendynamik ausmacht



]



Vielen Dank
für die Aufmerksamkeit