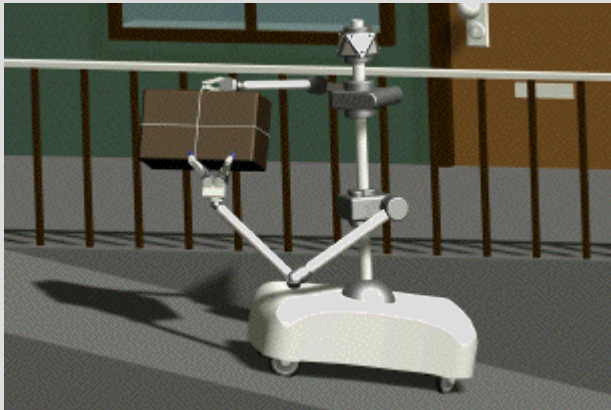


Proseminar Denkmaschinen

Die Entwicklung universeller Roboter - Eine Vorhersage



(nach Hans Moravec)

von Sebastian Fuchs und Matthias Güttler

Inhalt

- Hans Moravec, 'Robots'
- Definition von 'universalen Robotern'
- Kurze Einführung bis zum heutigen Stand der (mobilen) Robotik

- Aufteilung in vier Stufen der Entwicklung
 - Generation 1
 - Generation 2
 - Generation 3
 - Generation 4

- Innenleben eines universalen Roboters
 - (Selbst-) Bewußtsein
 - Furcht, Scham und Freude
 - Liebe und Wut
 - Lust und Schmerz
 - Superrationalität
 - Mind children

- Zusammenfassung und Diskussion

- Quellenverzeichnis

Hans Peter Moravec

(Geboren: 30. November 1948 in Kautzen, Österreich)



- Baute ersten Roboter als 10-jähriger Junge
- Zwei Wissenschaftspreise an der High School
- 1969: „Bachelor of Science“ in Mathematik, Acadia University (Nova Scotia)
- 1971: „Bachelor of Science“ in Computerwissenschaften, University of Western Ontario
- 1980: Doktorarbeit, Stanford University
- Ab 1980: Direktor im „Mobil Robot Lab“, Carnegie Mellon University, Pittsburgh
- 2003: Mitbegründer der Firma „SEEGRID“
- Publikationen u.A.:
 - 1988: „Mind Children“
 - 1999: „Robots – Mere Machine to Transcendent Mind“

Hans Peter Moravec

(Geboren: 30. November 1948 in Kautzen, Österreich)

- Transhumanist
- Vertritt Meinung dass:
 - Biologische Evolution von Geistiger abgelöst wird
 - Es auf die Rechenleistung ankommt
- Ende der rein menschlichen Evolution
- Bekannt für seine extreme Ansichten
→ erntet oft heftige Kritik
- Moravec:
„der soziale Teil meines Gehirns [ist] unterentwickelt
[...] ich bin nur wenig begabt, mich in eine
Gesellschaft einzugliedern“



Definition: Universaler Roboter

- Wortursprung von „Roboter“
 - aus dem Tschechischen, bedeutet „Niedere Arbeit“
 - findet 1921 erste Bedeutung in einem Theaterstück von Karel Capek: „Rossums Universalroboter“
- Universalität in der mobilen Robotik
 - 1935: Universelle Turing Maschine
 - Konzeptausdehnung auf körperliche Handlung und Wahrnehmung
 - Wahrnehmung, Navigation und Bewegung
 - Objektmanipulation, taktile Sensorik
 - (Sprach-) Verständnis und Ausdruck
 - Anpassungsfähigkeit, Lernfähigkeit (KI):
Variabel einsetzbar in Öffentlichen Dienst, Industrie und Haushalt
z.B.: zur Lagerverwaltung, Inventarlistenführung, als Sicherheitsdienst,
als Haushaltshilfe, als Spielpartner... eben universell
 - „Pseudo universal“

Einführung

Frühe Roboter-Entwicklungen

- Um 1950: Walter Grey's elektrische Schildkröten
 - Kontaktschalter-Fühlern
 - Photoröhren-Augen (Lichtquellen)
 - soziales Verhalten in Gruppen (Tanz)
- ab 1960: erste Nutzung von Transistoren in John Hopkins Beast
 - Sonargeräte für Navigation
 - Photozellenaugen
- 1970: SHAKY am SRI (Stanford Research Institut)
 - Schlussfolgerndes Programm (STRIPS)
- 1971 – 1979: Stanford CART (Fahrzeug) am SAIL
 - 1 MIPS Leistung, 10 Minuten Berechnung für 1 Meter, 25% Fehler
- 1986: Navlab Project an der Carnegie Mellon University
 - 1 MIPS Leistung, 1 Meter / Sekunde
- 1989: Bunderwehrhochschule in München:
 - 12 x 10 MIPS Leistung lassen einen Bus autonom 100 km/h fahren

Einführung

Frühe Roboter-Entwicklungen

- 1990: Navlab 2
 - 3 x 20 MIPS Rechenleistung
 - Programm ALVINN: trainiert neuronales Netz
 - Strassen konnten trainiert werden
 - 1991: 30 km Testfahrt auf befahrener Autobahn mit 70 km/h
- 1995: Navlab 5
 - 50 MIPS Rechenleistung
 - Programm RALPH: erweiterte ALVINN, bereits bestehende Vorgaben und Rahmen
 - Testfahrt von Washington nach San Diego
 - + 98,2% der Zeit Kontrolle über das Fahrzeug
 - + Durchschnittsgeschwindigkeit 100 km/h
- 1997: Deep Blue vs. Garry Kasparow
 - 200 Mio. Schachstellungen / Sekunde
 - Leistung von rund 300 Mio. MIPS (Hirnleistung eines Affen)

Einführung

Der heutige Stand

- Honda ASIMO
 - menschenähnliches Fortbewegen, sowie Treppensteigen
 - Umgebungserkennung, bewegte Objekterkennung
 - Gesichts- und Gestenerkennung
 - Klangerkennung
 - Internetkonnektivität
- Human Robotics Group, Kismet, Cog, Coco
 - Social machines



Einführung

Heutiger Stand

Generation 0 (2005) :

- Mobile Roboter
 - sind bereits in Haushalten vertreten, haben jedoch sehr spezielle Aufgaben
 - Wahrnehmung der direkten Umgebung
 - freie Navigation
 - Dockingstationen
 - Benutzerschnittstelle
- Beispiel:
 - Scooba
 - Aibo
- Nachfrage und Verkaufszahlen steuern die Entwicklung (survival of the fittest)
→ Erfolgs-Verkaufs-Entwicklungs-Spirale

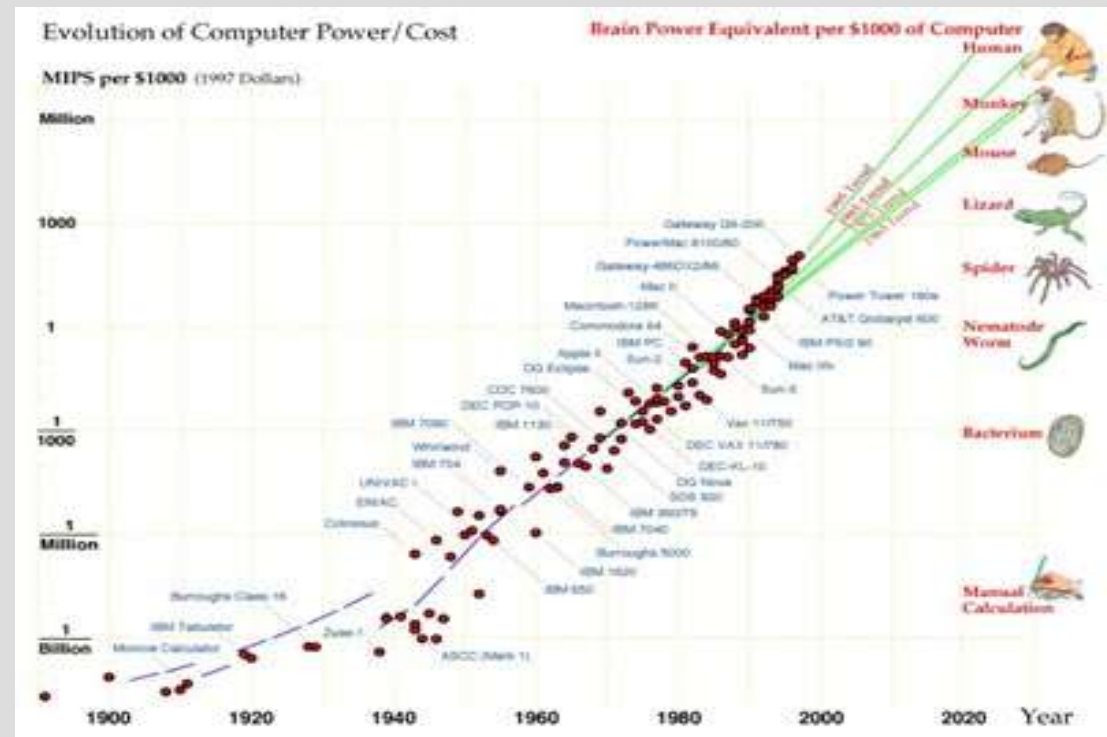
Generationeneinteilung

4 Entwicklungsstufen des Gehirns von Wirbeltieren



4 Generationen von universellen Robotern

- Mio. Jahre vs. 50 Jahre
- Anhand von MIPS
- Supercomputer der vorheriger Generation stellen neue Generation Roboter dar
- Probleme kurzlebig



Generation 1

Geschätzte Entstehungszeit: 2010

Rechenleistung: 3000 MIPS (Eidechseniveau)

Besondere Kennzeichen: Wahrnehmung, Manipulation, Beweglichkeit

- Fortbewegung mit Problemen
 - Welt geschaffen für Menschen
 - Treppensteigproblem: Räder vs. Beine
 - Beine benötigen viel Energie und Rechenleistung, können sich in unmittelbarer Zukunft auf Grund ihrer Leistung, Zuverlässigkeit und Kosten nicht mit Rädern messen
- Lösungsansätze
 - Dreieckige Gebilde mit kleinen Rädern
 - Schwenkbare Gleise
 - Seillösungen
 - Fahrstühle und Rampen



Generation 1

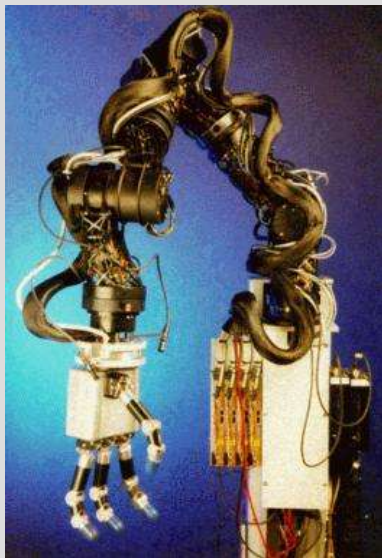
Geschätzte Entstehungszeit: 2010

Rechenleistung: 3000 MIPS (Eidechseniveau)

Besondere Kennzeichen: Wahrnehmung, Manipulation, Beweglichkeit

- **Navigation**

- eigene 3D Karten
- Verschiebung der Rechenleistung je nach Tätigkeit:
z.B.: spezielle Kameras für Feinarbeit



- **Objektmanipulation**

- bedeutet: Objekte greifen, befördern und anordnen können
- benötigt: einzelne Gliedmaßen, exakte Wahrnehmung, Präzision
- absolutes Vorbild: die menschliche Hand
- Stationäre Industrieroboterarme, präzise aber zu schwer
- Gebilde aus leichten Graphitverbindungen zu teuer
- verschiedene Greif- oder Haltemechanismen
- Sensorik

Generation 1

Geschätzte Entstehungszeit: 2010

Rechenleistung: 3000 MIPS (Eidechseniveau)

Besondere Kennzeichen: Wahrnehmung, Manipulation, Beweglichkeit

- Künstliche Intelligenz
 - Software invariabel, abgesteckter Handlungsspielraum
 - eingeschränkte Lernfähigkeit
 - geringfügige Verhaltensveränderungen benötigen neue Programmierung
 - einfaches Sprachverständnis für Befehle
 - Internet verschafft zusätzliche Fähigkeiten:
 - o Berichterstattung
 - o Datensicherung
 - o Softwareupdates
- Einsatzgebiete
 - zuerst in Fabriken und Büros
 - später breiteres Anwendungsspektrum, Eroberung der Haushalte

Generation 2

Geschätze Entstehungszeit: 2020

Rechenleistung: 100 000 MIPS (Mausniveau)

Besondere Kennzeichen: Akkomodationslernen

- **Akkomodationslernen**

- Fähigkeit einen Arbeitsablauf zu bewerten um Effektivität zu verbessern:
bietet neue Möglichkeiten sowie Gefahren (Trauma, Verhaltensdeformation)

- Techniken:

- a) Anpassungslernen

- b) Statisches Lernen

- c) Lernen mit menschl. Hilfe (seltener Fall)

- d) Konditionierungsprogramme: eigene Fehler -> richtige Verhalten

- Kein Selbst-Bewußtsein: Softwareentwicklung muss vor Fehlconditionierung schützen

Generation 2

Geschätze Entstehungszeit: 2020

Rechenleistung: 100 000 MIPS (Mausniveau)

Besondere Kennzeichen: Akkomodationslernen

- **Entwicklung und Training**
 - Konditionierungsmodule bestehen aus Einzelprogrammen, interagieren miteinander und mit Steuerprogramm
 - Folge: unabsehbares Verhalten durch komplexe Verknüfungen

 - Erprobung von Software auf Robotern, gewiss aber langsam und gefährlich
 - Training auf Supercomputern durch Simulation, Auswahl der Module nach darwinistischer Evolutionstheorie

Generation 3

Geschätze Entstehungszeit: 2030

Rechenleistung: 3 000 000 MIPS (Affenniveau)

Besondere Kennzeichen: Weltmodellierung

- Simulationen und Lernen
 - Rasches lernen durch ständige Simulationen
 - Simulation der Welt in Echtzeit
 - o Objekterkennung durch Wahrnehmungsmodelle
 - o Objekte werden mit Interaktionsmodellen verknüpft
 - o Simulation ermöglicht Planen
 - Einfache eigene Programme können entwickelt werden
 - Lern- und Spielphasen:
 - neuen Objekten werden durch Wahrnehmungs- Interaktionsmodelle zugewiesen
 - Leerlaufzeiten werden für Training genutzt
 - Automatisierte Programmentwicklung auf Supercomputern
 - Roboter-Physik Datenbank

Generation 4

Geschätzte Entstehungszeit: 2040

Rechenleistung: 100 000 000 MIPS (Menschenniveau)

Besondere Kennzeichen: Denken



- Verständnis von natürlicher Sprache
 - logische Schlussfolgerungen
- Fähigkeit der Weltsimulation bei gleichzeitigem Nachdenken über diese Situation
 - Extrapolation von Simulationen
 - Bewertung der Simulation
- Entwicklung eigener komplexen Programmen
 - zB aus Absichterklärungen
- Verschwimmender Unterschied zwischen Supercomputer und Roboter
- Entwicklung ihrer eigenen Nachfolger

Innenleben eines universalen Roboters

- Bewußtsein
 - Selbstbewußtsein
 - Externe Manifestation
- Emotionen
 - Furcht, Scham und Freude
 - Liebe und Wut
 - Lust und Schmerz
- Fähigkeiten
 - Superrationalität
- Evolution
 - Mind Children



Innenleben eines universalen Roboters II

Fragen:

- Besitzen Roboter ein „geistiges Innenleben“?
- Ist er sich seiner Existenz bewusst?
- Hat er Gefühle?
- Hat ein Roboter einen Charakter?

Vorbehalte der Gesellschaft:

- Religiöse Gründe (Abbild des Menschen erschaffen, Gott spielen)
- Moralische Gründe (Tote Materie und lebendige Welt)

These:

Lebensprinzip ist kein geistiger „Stoff“, sondern eine ganz besondere und komplexe Organisationsform -> diese wird immer mehr in Maschinen realisiert.

Bewußtsein

„Selbst“ - Bewußtsein:

- Systemstatus (Akku-Ladung, Temperatur, Gleichgewicht)
- Simulation des Systemstatus
- Berechnungen gehen vom Roboter als Mittelpunkt aus
- Sprachliche Fähigkeiten (Selbstgespräch)
- Schlussfolgernde Systeme verleihen Simulatorereignissen Bedeutung

Konsequenzen:

- Organisation des Steuerungssystems (Handel, Konditionieren, Denken, Simulation)
- Handlungsfähigkeit
- Erklärung, Erforschung des menschlichen Bewusstseins.

Bewußtsein II

Externe Manifestation:

- Festgelegtes Verhalten (1. Generation)
- Charakterentwicklung durch Konditionierung (2. Generation)
- Simulation: Interaktion von vergangen und zukünftigen Handlung (3. Generation)
- Simulation besitzt psychologische so wie physische Elemente (3. Generation)
- Langfristige Schlüsse und Folgerungen (4. Generation)

Emotionen

Furcht, Scham und Freude

Allgemein:

- Fähigkeit zur Gefühlsempfindung wird vorgegeben und durch Module eingepflanzt.

Furcht:

- Notfall-Interrupts (Rechenkapazität für wichtige Programme)
- Negativ-Konditionierung (Situationen zukünftig vermeiden)

Freude:

- Positive Konditionierung des gesamten Systems

Emotionen

Liebe und Wut

Liebe:

- Verkaufsargument (Treue zum Besitzer)
- Parameter zur Abschätzung der Handlungen
 - Psychologiemodelle zur Einschätzung menschlicher Reaktionen

Wut:

- Drohgebärden
- Aggressives Verhalten

Emotionen

Lust und Schmerz

Lust:

- Positive Konditionierung durch Besitzer

Schmerzen:

- Sensorik des Körpers
 - Temperatur
 - Taktile Sensorik
- Negative Konditionierung

Konsequenzen:

Gefahr der unerwünschten Konditionierung

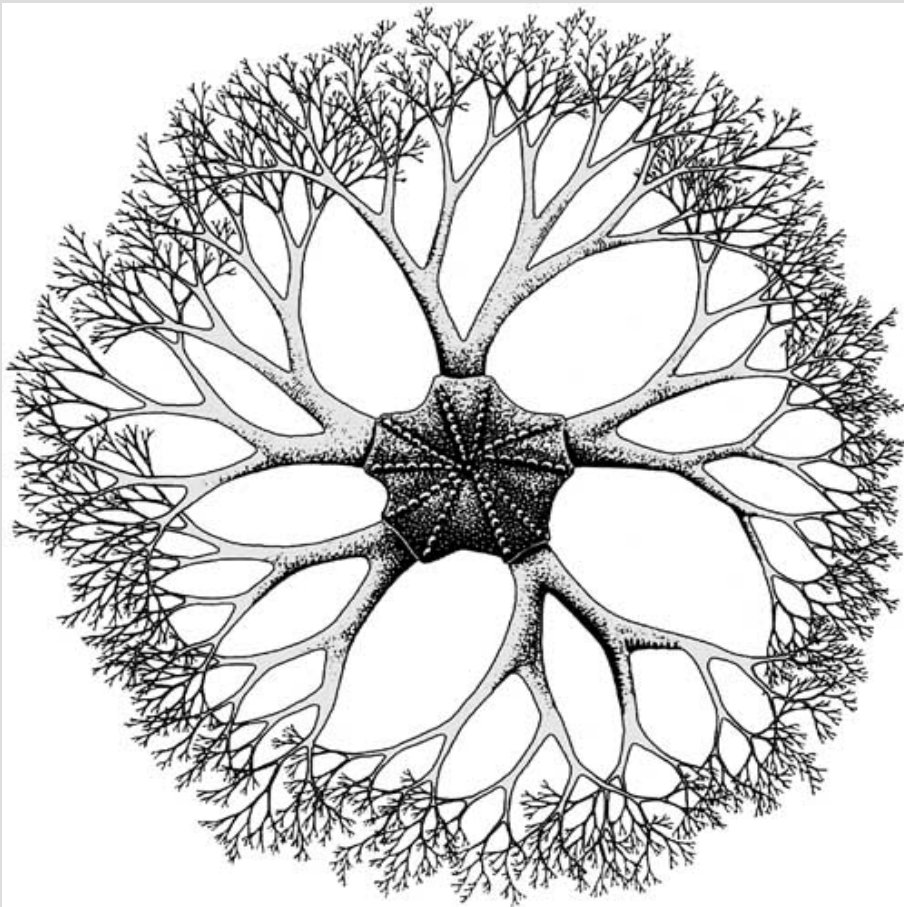
Superrationalität

- Geschwindigkeit und Leistung
 - Maschine: calculating > reasoning > perceiving/acting
 - Mensch: genau umgekehrt
- Logisch Denken als Universalfähigkeit
- Ständige Selbstoptimierung durch Simulation
- Konsequenzen:
 - Denkprogramm gesteuerte, sorgfältig geplante Handlungsketten
 - Aussergewöhnliche Ergebnisse bezügl. langfristigen Zielen, aber auch Behinderung durch unerwartete Ereignisse
 - evtl. Schritt für Schritt Planungen

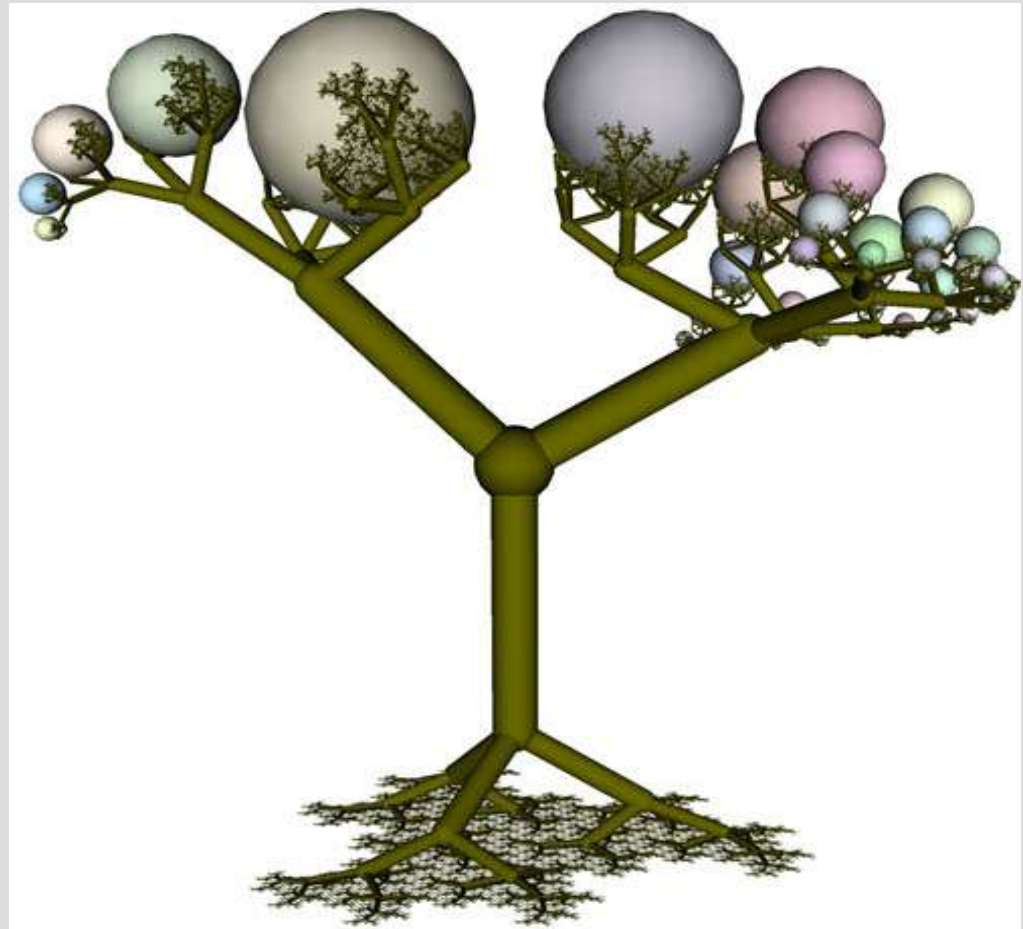
Mind Children

- Annahme: Biologische Evolution wird von einer kulturellen abgelöst
 - da kultureller Informationsgehalt > DNA-Informationsgehalt
 - durch die Superrationalität und Überlegenheit in Intelligenz werden die Roboter die Evolution unabhängig von der Biologie ablaufen lassen
- Als Folge: „Mind Children“, Roboter lösen die Menschheit in der Evolution ab

Zukunft



Basket Star Fish (Medusenhaupt)



Bush Robot (Jongleur)

Zusammenfassung und Diskussion

- Einordnung

- Moravec: Hardliner der KI, teils einseitige Sichtweisen:
 - o sehr durch persönliche Tätigkeiten geprägt
 - o mangelnde kritische Sicht eigener Thesen (oft rein positive Sicht)
- Vermischung von wissenschaftlichen Ansätzen und Science-Fiction
- Messbarkeit von menschlicher Intelligenz in MIPS?
- Verherrlichung einer Roboterwelt ↔ Vernachlässigung der wirtschaftlich- und sozialen Auswirkungen

- Fragestellungen

- Können Roboter dem Menschen gleichen, in Fähigkeit und Geist?
- Was für eine Rolle spielen Emotionen bei Robotern? Auswirkungen?
- Könnte diese Vorhersage realistisch sein?
- Was ist wenn Maschinen die Menschen tatsächlich in der Evolution ablösen sollten? Wie sieht dann die Welt ab der Generation 4 aus?
- ...

Quellenverzeichnis

- Bücher

- Hans Moravec: „Robots – Mere Machine to Transcendent Mind“, 1999
- Hans Moravec: „Mind Children“, 1988

- WorldWideWeb-Links

- Moravec, Hans (<http://www.frc.ri.cmu.edu/~hpm/>)
- Crazy Hans: Ein Portrait des vielgehaßten Roboterforschers Hans Moravec (<http://www.zeit.de/archiv/1996/27/moravec.txt.19960628.xml>)
- Bill-Joy-Debatte (http://www.brandeins.de/home/inhalt_detail.asp?id=985&MenuID=130&MagID=33&gl=1)
- Weizenbaum Interview zu Moravec (<http://www.gmd.de/pointer/2-98/weizenbaum.html>)

- Moravec auf Telepolis:

- Kleine Wellen und Pfützen (<http://www.heise.de/tp/r4/artikel/4/4194/1.html>)
- Die Evolution postbiologischen Lebens (<http://www.heise.de/tp/r4/artikel/6/6055/1.html>)
- Wirklichkeit ist ein Produkt des Bewusstseins (<http://www.heise.de/tp/r4/artikel/6/6038/1.html>)

Quellenverzeichnis

- Aktuelle Roboter
 - ASIMO (<http://world.honda.com/ASIMO/>)
 - MIT Humanoid Robotics Group (<http://www.ai.mit.edu/projects/humanoid-robotics-group/>)
 - Scoobar (http://www.irobot.com/consumer/scooba_sneak_preview.cfm)
- Videos
 - Self Replication
<http://www.mae.cornell.edu/ccsl/research/selfrep/video/4x4ht4a.mpg>
 - COG
<http://www.ai.mit.edu/projects/humanoid-robotics-group/cog/cog-video/Gener>
 - ASIMO
 - <http://world.honda.com/HDTV/ASIMO/tech-recog-env-1/>
 - <http://world.honda.com/HDTV/ASIMO/tech-recog-env-2/>
 - <http://world.honda.com/HDTV/ASIMO/tech-recog-gesture/>
 - <http://world.honda.com/ThePowerofDreams/run/mov-run-60.html>
 - KISMET
 - <http://www.ai.mit.edu/projects/sociable/movies/kismet-and-rich.mov>
 - <http://www.ai.mit.edu/projects/kismet/Kismet.QT3-T1-10f.mov>

Final End

