

Embodied and Embedded Cognition



Forschungsseminar:
Neuere psychologische
Fachliteratur (SoSe 2010)

Ao.Univ.-Prof.Dr. Leidlmair

Linh-Phuong Pham
(0518917) und
Maximillian Schwemmer
(0617785)

01.06.2010

In dieser Seminararbeit wollen wir die Forschungsrichtung embodied and embedded cognition im Verständnis des Cognitive Science mit seinen Subthemen wie Robotik und Linguistik umreißen und dabei den Schwerpunkt auf Haugelands Beitrag legen.



Inhalt

Einleitung.....	2
Definition.....	2
Geschichtliche Entwicklung.....	3
John Haugeland	5
Haugelands Beitrag zu Embodiment	6
Simons Ameise	7
Der Weg nach San Jose.....	8
Embodiment und Linguistik.....	10
Embodiment und Robotik	12
Kritik und Ausblick an Embodiment	14
Quellenverzeichnis	16

Einleitung

Inzwischen gibt es zahlreiche Intelligenztest, was uns schließen lässt, dass Experten genau darüber Bescheid wissen müssten, was Intelligenz ist. Jedoch ist die Fachwelt immer noch weit davon entfernt den Konstrukt Intelligenz umfassend zu definieren; der Streit um die Frage was Intelligenz überhaupt ist, ist immer noch aktuell. „Das lateinische *intelligentia* bedeutet Einsicht oder Erkenntnisvermögen. Eine mögliche Definition von Intelligenz ist die Fähigkeit, den Verstand zu gebrauchen, Zusammenhänge zu erkennen und Probleme zu lösen. Der Forschungsbereich der "Künstlichen Intelligenz" beschäftigt sich mit der Automatisierung von intelligentem Verhalten von Computern“ (3sat/Scobel, n.d.).

Neben der Frage was Intelligenz ist, stellen sich Experten in der Cognitive Science und deren Nachbardisziplinen auch die Frage wo der Sitz der Intelligenz sich überhaupt befindet. Wo werden unsere kognitiven Prozesse verarbeitet? Der Forschungsansatz Embodiment gibt eine Antwort auf diese Frage.

Definition

Übersetzt heißt Embodiment: Verkörperlichung.

Embodiment im Sinne von Cognitive Science besagt, dass unsere Intelligenz kein Zufallsprodukt ist, sondern sich allmählich aus einfachen Prozessen entwickelt hat. Dabei ist sie an unseren leiblichen Körper gekoppelt, der seinerseits eingebettet ist in einem sozialen und technologischen Kontext.

Lakoff und Johnson (L&J) definierten den Begriff „embodied mind“ wie folgt:

Reason is not disembodied, as the tradition has largely held, but arises from the nature of our brains, bodies, and bodily experience. This is not just the innocuous and obvious claim that we need a body to reason; rather, it is the striking claim that the very structure of reason itself comes from the details of our embodiment. The same neural and cognitive mechanisms that allow us to perceive and move around also create our conceptual systems and modes of reason. Thus, to understand reason we must understand the details of our visual system, our motor system, and the general mechanisms of neural binding. In summary, reason is not, in any way, a transcendent feature of the universe or of disembodied mind. Instead, it is shaped crucially by the

peculiarities of our human bodies, by the remarkable details of the neural structure of our brains, and the specifics of our everyday functioning in the world.”

(Lakoff & Johnson, 1999, zitiert nach Goschler 2005)

Nach Goschler (2005) sprachen L&J in ihrer Definition zwei Aspekte von Embodiment an: Der erste Aspekt, der besagt, dass die Funktion unseres Körpers für die Strukturen unseres Verstandes essentiell beeinflusst, wurde zu Common Sense in der Cognitive Linguistik. Unser Verhalten ist eine Interaktion unseres Körpers in einer Umgebung.

L&J sprachen einen weiteren Gesichtspunkt bezüglich des Embodiments an: Embodiment wird auch in dem Sinne verstanden, dass Kognition unzertrennbar mit Vorgängen im Gehirn verbunden ist.

Geschichtliche Entwicklung

Die Geschichte der Wissenschaft wird nicht selten als ein Ablauf von Revolutionen und darauf folgenden Reaktionen charakterisiert. Die Cognitive Science entwickelte sich aus der kognitiven Revolution Mitte des 20. Jahrhunderts. Die kognitive Revolution ist wiederum eine Reaktion auf den Behaviorismus.

In der Mitte der 1980er Jahren entstanden drei neue Ideen in der wissenschaftlichen Landschaft. Darunter Embodiment, das sich auf die Rolle des Einflusses physikalischer Eigenschaften eines Körpers auf das Verhalten bezieht. Der primäre Entstehungsgrund des Embodiments kam aus der Unzufriedenheit mit dem klassischen KI- Ansatz, denn dieser konnte keine zufriedenstellende Lösung für Probleme der Art anbieten, die bei der Konfrontation echter Roboter mit der realen Umgebung entstehen (Vgl. Beer, 2008).

Die klassische Künstliche Intelligenzforschung bezieht sich auf deklarative Wissensformen, die auf Regeln und Fakten basieren. Um menschliche Intelligenz nachzubilden werden auch implizites, prozedurales Wissen in die explizite Form durch Anwendung von Symbolen und Regeln umgewandelt (Vgl. Reingold & Nightingale, 1999).

Andere Ansätze, die fast zeitgleich mit Embodiment entstanden, waren Situiertheit und Dynamik. Nach Beer (2008) funktionieren diese drei Ansätze am besten als eine Einheit: als das sogenannte „brain-body-environment system“.

Die Embodiment- Bewegung vereint also den Geist mit dem Körper. Aber warum hat Cognitive Science die Grundgedanken von Embodiment so lange vernachlässigt?

Nach Raymond W. Gibbs, Jr. (2006) liegt die Verleugnung des menschlichen Körpers in Bezug auf Intelligenz in der westlichen intellektuellen Tradition. Die Trennung zwischen Körper und Geist und die hierarchische Ordnung den Geist über den Körper zu stellen finden seine Anfänge in Platons Philosophie über Aristoteles bis hin zu Descartes und Kant.

In diesem dualistischen Kontext bleibt das „mind-body“ Problem ungelöst. Nach Sanz, Gómez et al (2008, S. 395) können wir nur diesem Problem entkommen, wenn wir zu realisieren anfangen, dass Geist und Körper keine getrennten Entitäten darstellen, da intelligente Akteure mit dem Körper denken.

Aber inwiefern ist Embodiment notwendig für die Kognition? Ist es Teil der Natur der Kognition oder ist es durchaus eine wichtige Überlegung, jedoch nur zweitrangig?

Bickhard (2008) bejaht diese Fragen mit Nachdruck und argumentierte: Für eine interaktive Repräsentation ist eine Interaktion erforderlich, diese wiederum benötigt eine Form des Embodiments um interagieren zu können. Auf diese Weise ist Embodiment für alle Formen von Kognitionen oder Repräsentationen notwendig, die antizipativ und interaktiv laufen.

Als Zusammenfassung werden wir im Folgenden Behauptungen des Embodiments auflisten. Diese Übersicht soll auch dabei helfen ein schlüssiges Bild der Forschungsrichtung Embodiment zu entwickeln und zu verstehen warum sie für die KI wichtig ist. Dabei orientieren wir uns an Wilson (2002) und entnehmen aus ihrer Liste nur diejenigen Punkte, die sie für am besten untersucht hielt.

Als erster Punkt nannte Wilson: **cognition is situated**. Kognitive Aktivitäten sind eingebettet in einem Kontext, in einer realen Umgebung und erfordern Wahrnehmung und Handlung.

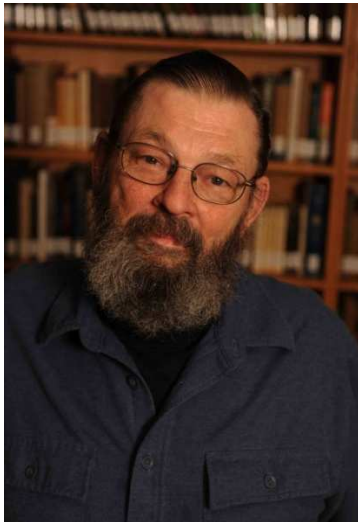
Der zweite Gedanke lautet: **Cognition is time pressured**. Kognitive Prozesse müssen unter Berücksichtigung des Zeitdrucks während der Interaktion mit der realen Umwelt betrachtet werden.

We off-load cognitive work onto the environment: der dritte Punkt beschreibt die Fähigkeit aufgrund der begrenzten Informationsverarbeitungsprozess Informationen der Umgebung auf das Wesentliche zu reduzieren.

Der vierte Punkt besagt: **cognition is for action**. Die Funktion des Gehirns ist auf eine Ausführung von Handlungen ausgerichtet. Kognitive Mechanismen wie die Wahrnehmung oder das Gedächtnis tragen letztendlich zu situationsadäquaten Handlungen bei.

Schließlich verweist der letzte Punkt darauf: **Off-line cognition is body based**. Auch wenn wir von der Umwelt abgeschieden werden, sind Gehirnaktivitäten in Mechanismen verankert, die für die Interaktion mit der Außenwelt entwickelt wurden. Diese Mechanismen sind in den Bereichen sensorische Verarbeitung und motorische Steuerung zu finden.

John Haugeland



Seit 1999 ist John Haugeland Philosophie- Professor an der Chicago Universität.

Er machte seinen Bachelorabschluß in Physik in Harvey Mudd College (1966) und erhielt den akademischen Grad PhD von der U.C. Berkeley (1976).

Seine Hauptinteressengebiete gelten Heidegger, Wissenschaftstheorie, Philosophie des Geistes (einschließlich Cognitive Science), Sprachphilosophie, und ähnlichem.

Er schrieb *Artificial Intelligence: The Very Idea* (MIT 1986) und *Having Thought* (Harvard 1998), er ist der Herausgeber von *Mind Design* (MIT 1981; zweite Auflage, 1997), des Weiteren war er Mitherausgeber (mit Jim Conant) von Thomas Kuhn's *The Road Since Structure* (Chicago 2000).

Momentan arbeitet er an seinem Buch, das den Titel „Heidegger Disclosed“ haben soll.

Haugelands Beitrag zu Embodiment

John Haugeland ist ein Vertreter der „embodied“ und „embedded cognition“. Kognitive Phänomene betrachtet er holistisch in einem Kontext. Ein Phänomen als isoliert intentional zu betrachten ist für ihn gänzlich sinnlos. Im Falle einer mentalen Attribution muss die Umwelt des Individuums miteinbezogen werden; unabhängige mentale Prozesse sind unmöglich. Solche Ansätze zur Erforschung der künstlichen Intelligenz, die auf formale Logik basieren, wurden von Haugeland mit dem Begriff „Good Old-Fashioned Artificial Intelligence“ (GOFAI) bezeichnet (1997).

Haugeland geht bei diesem Gedanken einen Schritt weiter. Die Umwelt miteinzubeziehen genügt ihm nicht. Er kritisiert diese Betrachtungsweise der Interrelationisten. Sie untergräbt den Kartesischen Dualismus nicht, sondern verstärkt diesen nur.

Statt der holistischen Betrachtungsweise der Interrelationisten schlägt er einen Ansatz vor, den er als „the intimacy of the mind’s embodiment and embeddedness in the world“ anführt. Der Begriff „intimacy“ beschreibt nicht nur die gegenseitige Abhängigkeit, sondern meint eine Art Vermischung von Geist, Körper und Umwelt, so dass ihre Verschiedenheit angeglichen wird.

Zur Veranschaulichung was Haugeland mit „intimacy“ meint, möchten wir als Beispiel Gibsons ökologische visuelle Wahrnehmung anführen.

Der Psychologe James J. Gibson beschäftigte sich im Besonderen mit Wahrnehmungspsychologie. In seinem Werk „Die Wahrnehmung und Umwelt“ beschrieb er die Gegenseitigkeit (Mutuality) eines Tieres zu seiner Umwelt. Tier und Umwelt ist als ein unzertrennliches Paar zu sehen. Ohne die Umwelt um ihn könnte kein Tier existieren et vice versa.

Dabei ist diese Beziehung zwischen Organismus und Umwelt eine vom Organismus aktiv gestaltete Interaktion. Dieser Gedanke spiegelt sich auch in der Definition des von Gibson geprägten Terminus „Affordance“ wider. Affordances sind bestimmte Angebote der Umwelt an den Organismus, die für ihn in einer bestimmten Situation von Bedeutung sind. Folglich sind diese immer davon abhängig „who’s looking and with what interests“ (Haugland, 1998).

Komplexe Affordances wie, ob etwas als gefährlich oder essbar eingeschätzt wird, wurden von Gibson als „high-order invariants“ bezeichnet. Die High-Order Affordances ergänzen das Komplementärprinzip zwischen Umwelt und Organismus.



nach Haugeland, 1998 S. 223)

The hypothesis of information in ambient light to specify affordances is the culmination of ecological optics. The notion of invariants that are related at one extreme to the motives and needs of an observer and at the other extreme to the substances and surfaces of a world provides a new approach to psychology. (Gibson, 1979, 8 S. 143, zitiert

Genau diese „culmination of ecological optics“, die Gibson beschrieb, in der Umwelt und Organismus in einer gegenseitige Abhängigkeit verbunden sind, beschreibt Haugeland als „intimacy“. Verdeutlicht durch Affordances, die ihrerseits Merkmale beider Entitäten vereint.

Simons Ameise

We watch an ant make his [sic] laborious way across a wind- and wave-molded beach. He moves ahead, angles to the right to ease his climb up a steep dunelet, detours around a pebble, stops for a moment to exchange information with a compatriot. Thus he makes his weaving, halting way back to his home. ... Viewed as a geometric figure, the ant's path is irregular, complex, hard to describe. But its complexity is really a complexity in the surface of the beach, not a complexity in the ant. (Simon, 1969/81 S. 63-64, zitiert nach Haugeland, 1998 S. 209)

Die Parabel über Simons Ameise spricht zwei wichtige Sichtweisen des Embodiments an:

Der erste Punkt besagt, dass das komplexe Verhalten der Ameise auf die Komplexität des Pfades, den die Ameise zurückgelegt hat, zu schließen ist. Folglich kann das Verhaltenssystem viel einfacher sein, als wir bisher annehmen. „Es könnte sein, dass das

Gehirn einfache Verhaltensregeln implementiert, die man beschreiben könnte als: Wenn Sensorstimulation (ein Hindernis) links, dann nach rechts drehen (und umgekehrt). Wenn also die Ameise nach dieser Regel handelt, ist ihr Verhalten durch die Interaktion mit der Umwelt determiniert“ (Pfeifer, 1999).

Der zweite Punkt veranschaulicht den Grundgedanken des Embodiments: Die Körperlichkeit spielt hier eine entscheidende Rolle. Nehmen wir an, es sei möglich die Ameise um das 1000fache zu vergrößern, dann würden ihre Fußspuren, wenn sie denselben Weg noch einmal beschreiten würde, viel geradliniger verlaufen. „Die Kenntnis des Programmes alleine genügt also nicht um das Verhalten zu verstehen: Wir müssen zusätzlich wissen, wie das neuronale Substrat in den Organismus eingebettet ist“ (Pfeifer, 1999).

Haugeland kritisiert Simons Rückschlüsse, indem er zwei Interpretationen für die Parabel bietet:

Einerseits kann die Parabel wie oben bereits geschildert verstanden werden. Hierbei kritisiert er allerdings die externe Zuschreibung der Komplexität auf die Umwelt und somit verweist er auf die Simplifizierung der Intelligenz. Als Resultat sieht Haugeland die Gefahr einer Reduzierung des menschlichen Gehirns auf einen besseren Daten verarbeitenden Mikrochip.

Andererseits kann man das Problem auch anders betrachten: Da die Komplexität des beobachteten Verhaltens nicht allein auf dessen System zurückzuführen ist, darf man in der Forschung das Verhaltenssystem nicht isoliert analysieren, vielmehr muss man dadurch annehmen, dass es eine große umfassende Struktur gibt, in dem es als ein Teil funktioniert.

Intelligente Systeme sind seiner Ansicht nach mehr als nur einfache Daten verarbeitende Computerchips.

Aus diesen Überlegungen leitet er eine radikale Folgerung ab.

Wenn Komplexität von intelligentem Verhalten, von konkreten Körperlichkeiten und der Umwelt abhängt, dann sollte man vielleicht Intelligenz vielmehr als eine große umfassende Struktur sehen, und nicht als ein innerer Geist abgetrennt vom Körper.

Der Weg nach San Jose

Wir leben in einer bedeutsamen Welt. Doch unsere Intelligenz muss mit dieser verknüpft werden. Wir haben Werkzeuge zur Verfügung, die uns sowohl mit dem Präsenten und

Manifesten helfen, als auch mit dem Abwesenden und Verborgenen. Diese Werkzeuge sind aber keine Repräsentationen. Das sieht man durch die Metapher des „Weges nach San Jose“.

Ein Kognitionswissenschaftler würde annehmen, dass man eine Repräsentation, also eine äußere oder innere Karte nimmt, um den Weg zu dieser Stadt zu finden. Eine andere Möglichkeit wäre, dass man ein Pferd für den Weg schult und einfach auf diesem nach San Jose reitet, also passiv ist.

Haugeland würde eine andere Methode wählen. Er würde einfach auf der „Interstate 880 south“ fahren, bis er in San Jose ist. Die Information ist jetzt in der Straße implizit enthalten. Sie muss aber verbunden werden mit internem Wissen über die Straßenführung im Menschen.

Man könnte nun entgegnen, dass es doch Menschen waren, die die Straße bewusst gebaut



hätten und so ihr Wissen indirekt weitergegeben hätten. Hier kann man jedoch entgegnen, dass etwa bei einem Waldpfad ebenso der Weg zu einem Ort gezeigt wäre, ohne dass ihn Menschen bewusst konstruiert hätten. Das Wissen wird über Generationen seit Beginn der Menschheit generiert und fließt immerzu in die Welt ein. Dadurch wird es mit anderen Menschen geteilt.

Ein weiterer Kritikpunkt hier wäre, was passieren würde, wenn wir von einem anderen Startort ausgehen oder einen anderen Zielort wählen würden.

Gemäß Haugeland wäre das trotzdem kein Problem, weil das benötigte Wissen in der gesamten Welt eingebettet ist. So gibt es auf der ganzen Welt Straßenschilder und Straßen, die den Weg „kennen“.

Der Mensch braucht keine Repräsentationen, in welcher Form auch immer, sondern er benutzt das in die Welt eingebettete Wissen und kommuniziert mit diesem.

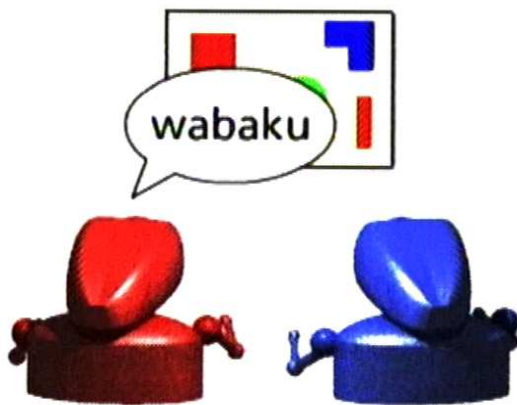
So befindet sich dieses Wissen zum Beispiel bei einem Bauern in allen möglichen landwirtschaftlichen Geräten, die dieser benutzt, aber auch in allen landwirtschaftlichen Tätigkeiten wie dem Aussäen, dem Umpflügen, dem Ernten. Das Wissen ist implizit durch lebenslanges Lernen in allen diesen Aktionen und Geräten verkörpert und überall in der Welt eingebettet (vgl. Haugeland 1998)

Embodiment und Linguistik

Der eigene Körper ist ohne Zweifel wichtig, aber auch der Andere, also die Interaktion zwischen Menschen ist wichtig. Sprache ist Werkzeug des Geistes. Es ist anzunehmen, dass wir uns selber fremd wären ohne Sprache. Man hat ein gewisses inneres Modell von sich selbst, um seine Bewegungen planen zu können. Dies kann man darstellen, indem man die Interaktion der Neuronen in den Gliedmaßen mit einem Sprachmodul verbindet. Heute hat man es bereits so weit geschafft, dass Roboter miteinander primitiv kommunizieren können.

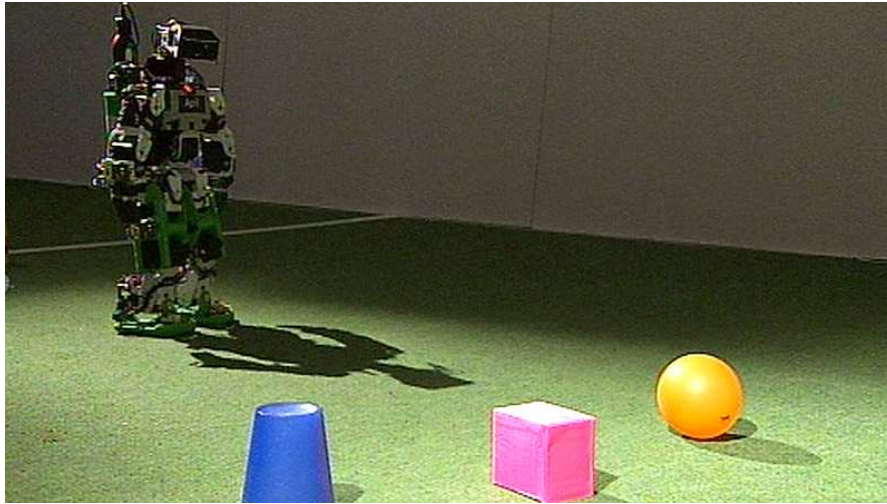
Damit ein Roboter Sprache lernt, muss er diese sich selber erarbeiten wie kleine Kinder. Man kann sie nicht einfach formal irgendwo hernehmen, wie Übersetzungsprogramme dies tun. Der Roboter muss Sprache lernen aus Erfahrung und Interaktion.

Es gibt europaweites Projekt zur Sprachlehre von KI auf Basis von Embodiment. Erste Erfolge wurden hier bereits gefeiert von Luc Steels, der Roboter entwickelt hat, die simple Informationen einholen und untereinander austauschen können.



In diesem sogenannten „Talking-Heads Experiment“ gibt es 2 Rollen, die diese Standroboter innehaben: Einen Sprecher und einen Zuhörer. Für eine begrenzte Anzahl von Objekten versuchen sie eine gemeinsame Sprache zu finden. Das funktioniert so,

dass sowohl Sprecher als auch Zuhörer das gleiche Objekt fokussieren. Der Sprecher gibt dem Objekt einen Namen, den der Zuhörer wiederholt. Anschließend bestätigt der Sprecher das Gesagte noch einmal. Beide verbinden nun das Objekt mit diesem Namen. So erschaffen sich die künstlichen Agenten nach und nach eine eigene Phantasiesprache. Sie ist nicht programmiert, sondern tatsächlich erlernt (3sat/scobel, 2010). Dazu entwickeln sie eigene Wörter für bestimmte Formen und Farben und verständigen sich darauf. Mit zunehmend mehr Information wird dieser Lernprozess immer komplexer.



In einer Weiterführung dieses Experiments lässt man einen Roboter („April“) in der realen Welt laufen und befiehlt ihm, in einem Zimmer ein Objekt zu finden und dieses aufzuheben. Dabei macht der

Roboter verschiedene Erfahrungen: Ein Objekt kann zu schwer oder nicht zu fokussieren sein. Dies kann man auch auf uns Menschen übertragen. Unsere Welt ist voller Unklarheiten und Zufällen und darin hat sich unsere Sprache entwickelt. Wir haben als Parallelen in der Art wie sich unsere Erfahrungen gebildet haben, mit der Simulation von „April“. "Wir brauchen diese kleinen Irritationen. Nach der sogenannten Symmetriebrechung, entstehen manche Begriffe aus einem kleinen Zufall heraus, der sich dann in der Population durchsetzt", sagt Hild. Für die Entwicklung von Sprachfähigkeit ist aber nicht nur das Körpergefühl wichtig, sondern auch die Eigenwahrnehmung. Der Roboter muss also auch erkennen können, dass es "Ich" und "Du" gibt. Das sind die Grundvoraussetzungen, um Sprache zu lernen (3sat/scobel, 2010).

Problem ist, dass unsere Welt voll von Unklarheiten und Zufällen ist. Gegenstände verfügen über so viele Eigenschaften, und Aktivitäten setzen so viele Annahmen, Arbeitsschritte und Vorwissen voraus, dass ein Roboter leicht überfordert wird. Über die Fähigkeiten und Beschränkungen ihres künstlichen Körpers gelangen die Roboter zur Selbstwahrnehmung. Dieses Körpergefühl ist wichtig dafür, dass ein Roboter eine Sprachfähigkeit entwickelt. Besonders wichtig ist das Erkennen von Ich und Du. Das Körpergefühl ist eine essentielle Voraussetzung für komplexere Sprache. Es ist aber noch nicht erforscht, welche Worte die künstliche Intelligenz für Ich und Du finden wird. Roboterinteraktion zum heutigen Zeitpunkt verläuft vorwiegend im Rahmen eines „Spieles“. Dies verläuft über das Benennen eines einfachen Gegenstandes eines Roboters und dem korrekten Anzeigen des Gegenstandes durch einen anderen Roboter sowie der Bestätigung der richtigen Auswahl durch den ersten Roboter. Damit Roboter primitiv kommunizieren können, müssen vorher einige Informationen einprogrammiert werden: Etwa die Wahrnehmung, das Spiel, die Regeln, die gemeinsame Aufmerksamkeit. Zufall und „Trail und Error“ sind dabei wichtige Faktoren,

wobei die Lösungen gespeichert werden und beim nächsten Mal als „gelernt“ direkt angewendet werden können. Die Roboter können die Rollen „Sprechen und Verstehen“ spielen, aber sie können dabei nicht „wissen“ wie Menschen auf einer Metaebene. Was dabei fehlt ist die Selbstwahrnehmung oder auch das Wissen, dass die Roboter nur ein Sprachspiel spielen. Jedoch können diese Roboter das Abbilden, was sie sehen und haben dadurch eine Art von innerem Modell von der Außenwelt. (vgl. 3sat/scobel, 2010)

Weitere Annahme von Embodiment: Unsere inneren Modelle über uns selbst sind auch Metaphoren, die aus der realen Welt entwickelt sind.

Wenn man Modelle mit Selbstmodellen entwickeln könnte, wäre vielleicht der Schritt zur autonomen künstlichen Intelligenz getan.

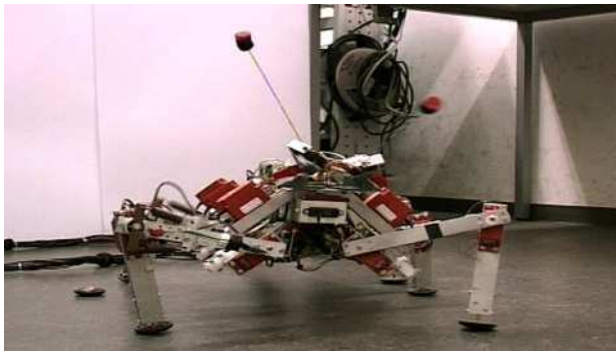
Embodiment und Robotik

Embodiment beim Menschen: Der Mensch hat ein zentriertes Wirklichkeitsmodell. Die Selbstrepräsentation ist dabei der Mittelpunkt der Welt. Grundlage ist eine stabile Körper-Selbst Wahrnehmung. Wissenschaftler haben diese Erkenntnisse aus Neurowissenschaft und Philosophie weiterentwickelt. Dabei ist das Körper-Ich das Koordinatensystem in dem sich Intelligenz entfaltet. Der Körper ist wie die Leinwand, das die Farben trägt bei Malen. Auch das Verhalten braucht eine solche „Leinwand“, den Körper. Embodiment-Forscher gehen davon aus, dass virtuelle Systeme nicht im gleichen Maße Intelligenz erzeugen können wie Systeme, die eine bestimmte Form der leiblichen Form besitzen.

Embodiment bei Maschinen: Dies bedeutet, dass Roboter eine menschliche Form haben müssen, um ein menschenähnliches Selbstmodell haben zu können. Dabei soll Embodiment-Leiblichkeit die Maschinen zum Leben erwecken. Doch ob man in einer solchen Maschine ein menschenähnliches Selbstmodell überhaupt erzeugen kann ist heute eine völlig offene Frage.

Aktuell werden drei Stufen des Embodiment in der Robotik angenommen. Sie richten sich nach der Ähnlichkeit zum Embodiment des Menschen. Die Stufen sind aus der evolutionären Entwicklung von Intelligenz abgeleitet.

- 1. Stufe:** Sie beinhaltet die physikalische Intelligenz eines Körpers, die Umwelt zu erfahren und zu reagieren.



Verwirklicht wurde diese Ebene bereits bei einem Nachbau einer Stabheuschrecke namens „Tarry“ an der Universität Bielefeld, die bei Hindernissen und Unebenheiten ihre Bewegungsrichtung ändern kann.

- 2. Stufe:** Für die zweite Stufe des Embodiments: Die interne Selbstwahrnehmung des Körpers.



Der Starfish der Amerikanischen Cornell University überträgt das Ergebnis jeder Bewegung in ein künstliches Selbstbild und lernt so seine Fortbewegung zu verbessern. Dadurch werden Körperbewegungen sozusagen offline geplant.

- 3. Stufe:** Die dritte Stufe kennen wir nur aus der Science-Fiction. Dafür müsste zu virtuellen die phänomenale Ebene dazukommen. Erst solche Systeme können wie wir Körperlichkeit bewusst erleben, mit eigenen Gefühlen und einem eigenen Willen. Solche Roboter könnten Initiative entfalten. Man könnte sie in gefährliche Situationen bringen und sie könnten hilfreiche Entscheidungen treffen, aber auch Fehlentscheidungen sind möglich. Die Frage hier wäre, wie viel Verantwortung könnte man einer Maschine mit eigenem Willen übertragen?

(vgl. 3sat/scobel, 2010).

Kritik und Ausblick an Embodiment

Der Philosoph Thomas Metzler von der Universität Mainz kritisiert bei einer Entwicklung von Robotern hin zu Embodiment dritter Stufe, dass die damit einhergehende Erzeugung von künstlichen Selbstmodellen würde zu der Erzeugung von künstlichem Leiden führen. Roboter würden also potentiell auch eine Form von Leid erfahren können, das wir Menschen erschaffen hätten. Dies führt zu großen ethischen Problemen in vielerlei Hinsicht. Darf der Mensch überhaupt Gott spielen und quasi eine eigenständige Spezies erschaffen „nach seinem Abbild“?

Erschaffung einer neuen Evolution auf der Welt birgt hohes Risiko. Die Frage ist, wo ist diese kritische Grenze, die man nicht überschreiten sollte?

Welche Rechte würden wir einer künstlichen Intelligenz zugestehen? Wären es Wesen oder Werkzeuge?

Es ist Fakt, dass die meisten Forschungsgelder im Bereich der Robotik derzeit vom Militär kommen. Dieses verspricht sich davon Kampfroboter, die menschliche Soldaten ersetzen kann. Der Trend führt also weg von einem helfenden Roboter hin zu einem zerstörendem Roboter. Diverse Filme (z.B. I-Robot) spinnen ein Szenario, wo eine zu hohe künstliche Intelligenz sich gegen den Menschen richtet. Die Weiterentwicklungen in der Robotik führen also nicht nur zu Möglichkeiten, sondern auch zu Gefahren.

Wie viel Selbständigkeit kann man Roboter zugestehen? Roboter mit Embodiment dritter Stufe hätten einen eigenen Willen und dies könnte auch zu Gefahr für Menschen werden.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist, inwieweit Menschen jemals mit Robotern kommunizieren können. Dass Roboter untereinander sich verständigen können, wurde bereits ermöglicht. Doch darf davon auszugehen sein, dass Roboter, dadurch dass sie eine künstliche Selbstrepräsentation haben, nur schwerlich mit Menschen kommunizieren können. Es fehlt womöglich eine gemeinsame Interaktionsebene.

Man vermutet, dass künstliche Selbstmodelle grundlegend von unserem menschlichen Bewusstsein unterscheiden. Mensch und Maschine werden sich womöglich nie gegenseitig erkennen können.

Die menschliche Sprache ist wohl auch dadurch besonders komplex, da wir nicht nur ein Selbstmodell haben, sondern auch ein Gruppenmodell.

Eine zentrale Frage wäre, wie man von einem Körper zum virtuellen Körper und weiter zum bewussten bzw. phänomenalen Körper kommt und von da weiter zum Ich-Gefühl, Subjektivität und Selbstbewusstsein. Dies ist zum jetzigen Zeitpunkt noch ungeklärt und bildet die größte Hürde auf dem Weg zum Embodiment dritter Stufe.

Eine besonders große Schwierigkeit des Embodiment ist dabei, das Hintergrundwissen, den Common Sense, abzubilden. All die impliziten Regeln, die wir im Laufe unseres Lebens durch Lernen oder Geistigen Entwicklung erworben haben sind nur schwerlich alle zu sammeln und in einen Roboter zu programmieren.

Man kann letztlich sagen, dass die Forschung im Gebiet der Entwicklung von künstlichem Embodiment noch relativ am Anfang steht. Man ist sich noch nicht einmal klar darüber, was ein Selbstbild oder eine Selbstbewusstsein überhaupt ist, geschweige denn wie dies in Maschinen umgesetzt werden kann. Ob die Roboterintelligenz jemals so weit entwickelt werden kann wie in modernen Sci-Fi Movies bleibt zu bezweifeln.

Quellenverzeichnis

- Beer, R.D. (2008). *The Dynamics of Brain-Body-Environment Systems: A Status Report*. In Calvo, Paco (Hrsg.). *Handbook of cognitive science. An embodied approach*. 1. ed. Amsterdam: Elsevier (Perspectives on cognitive science), S.99-100.
- Bickhard, M. H. (2008). *Is Embodiment Necessary?*. In Calvo, Paco (Hrsg.). *Handbook of cognitive science. An embodied approach*. 1. ed. Amsterdam: Elsevier (Perspectives on cognitive science), S.37.
- 3sat/Scobel (n.d). *Künstliche Intelligenz: Was der Mensch Robotern immer noch vorraus hat*. Zugriff am 29.05.2010. Verfügbar unter:
[http://www.3sat.de/dynamic/sitegen/bin/sitegen.php?query_string=motorische+intelligenz &days_published=365&scsrc=1](http://www.3sat.de/dynamic/sitegen/bin/sitegen.php?query_string=motorische+intelligenz&days_published=365&scsrc=1)
- 3sat/Scobel (n.d). *Plaudern mit dem Roboter*
Zugriff am 29.05.2010
http://www.3sat.de/dynamic/sitegen/bin/sitegen.php?query_string=k%FCnstliche&days_published=365&scsrc=1
- Gibbs, Raymond W. (2007): *Embodiment and cognitive science*. Reprinted. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- Goschler, J. (2005). *Embodiment and Body Metaphors*. Zugriff am 30.5.2010. Verfügbar unter: <http://www.metaphorik.de/09/goschler.pdf>
- Haugeland, John (2000): *Mind design II*. Philosophy, psychology, artificial intelligence. Rev. and enl. ed., 3. print. Cambridge, Mass.: MIT Press (A Bradford book).
- Haugeland, J. (1998). *Mind Embodied and Embedded*. In J. Haugeland, *Having Thought: Essays in the Metaphysics of Mind*. Harvard University Press.
- Pfeifer, R. (1999). *Lernen von und mit Robotern oder „Nicht alles ist digital“: Notizen zu GDI-Tagungen*. Zugriff am 30.5.2010. Verfügbar unter:
http://www.digitalbrainstorming.ch/db_data/events/robotlernen/text01.pdf

Reingold & Nightingale (1999). *Artificial Intelligence Tutorial Review*. Zugriff am 30.5.2010.

Verfügbar unter: <http://www.psych.utoronto.ca/users/reingold/courses/ai/ai.html>

Sanz, R.; Gómez, J.; Hernández, C; et al. (2008). *Thinking With The Body: Towards Hierarchical, Scalable Cognition*. In Calvo, Paco (Hrsg.). *Handbook of cognitive science. An embodied approach*. 1. ed. Amsterdam: Elsevier (Perspectives on cognitive science), S.395.

The University of Chicago (2007). *John Haugeland*. Zugriff am 30.5.2010. Verfügbar unter:

<http://philosophy.uchicago.edu/faculty/haugeland.html>

Wilson, M . (2002). *Six views of embodied cognition*. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9 (4), 625-636. Zugriff am 30.5.2010. Verfügbar unter:

<http://www.indiana.edu/~cogdev/labwork/WilsonSixViewsofEmbodiedCog.pdf>