



LEIBNIZ-INSTITUT

für interdisziplinäre Studien e.V.

(LIFIS)

12th LEIBNIZ CONFERENCE
OF ADVANCED SCIENCE

– KOGNITIONSTECHNOLOGIEN 2011 –
Theorie und Praxis

Abstracts

07. Dezember 2011

Berlin

Kognitionstechnologien als emerging technologies – Ein Interpretationsversuch

Lutz-Günter Fleischer

Thesen mit einführenden Exzerpten

1.) Unter dem Oberbegriff *Technologie* wird zunehmend das *effiziente Gestalten und Beherrschen jeder zielgerichteten menschlichen Handlung mit* originären oder hinzugezogenen *Assistiven* subsumiert. Etwas detaillierter interpretiert bedeutet dies, das *finale Zusammenwirkendes Menschen* mit technischen Artefakten und/oder operationalen Agentia aller Art (in einem: *Arbeitsmitteln*) zur effektiv gestalteten und effizient zu vollziehenden, systematischen *Veränderung von Stoffen, Energien, Informationen* oder noch *komplexeren Entitäten* aus der Tatsachen- und/oder Vorstellungswelt (in einem: *Arbeitsgegenständen*) in ihren räumlichen Positionen, den Zeitkoordinaten, ihrer Form und Gestalt und/oder ihrer Qualität (Transformationen).

Technologien bilden *funktionsbestimmte*, ganzheitlich agierende, hoch komplexe, dynamische *Gesamtheiten/Ganzheiten* aus den benannten Elementen bzw. relativ souveränen Subsystemen, die pragmatisch, superadditiv in kommunizierenden, irreduziblen Strukturebenen mit charakteristischen Kooperations- und Organisationsformen vertikal und horizontal vernetzt sind. Sie bedürfen zwingend der Inter- und Transdisziplinarität und prägen sie zugleich praktisch sowie theoretisch aus.

Typisch für Technologien ist – in einer Einheit von Ontischem und Gnoseologischem – die *Dualität* von *handlungsorientiertem, objektiv-realem Prozess-System (Sachsystem)* und *erkenntnisorientiertem, akkumulierendem und systematisierendem Wissens-System (Theoriensystem)* – von techné und epistémè.

2.) Der präzisierbare Begriff der *Kognitionstechnologie* steht (nach meiner Auffassung) für eine prozessakzentuierte, Information und Kognition verbindende, erkenntnis- und anwendungsorientierte, multidisziplinäre Wissenschaft und ein reales Handlungssystem. Er umfasst den Modus, die Art und Weise, die Verfahren und Strategien, mit denen der affektiv, aktional-sensomotorisch und kognitiv agierende Mensch mit den ihm natürlich gegebenen oder eigens dafür geschaffenen (artificialen) Mitteln und Methoden – *Arbeitsmitteln* im weiteren Sinn – *Informationen* – als Arbeitsgegenstände – aus seiner Umgebung aufnimmt, intern und extern be- und verarbeitet, d.h. in kognitiven (erkennenden, verstehenden) Operationen und Prozeduren transportiert, transformiert, selektiert und akkumuliert, sowie nach Maßgabe des Erkannten, unter dem intervenierenden Einfluss fördernder bzw. hemmender, innerer und äußerer Faktoren, ausgeprägte Verhaltensstrukturen und Handlungsmuster ändert oder neue aufbaut und danach sein Handeln einrichtet. Die dabei mitwirkenden *Emotionen, Motivationen* und vor allem die *Intensionen* haben mehr oder minder ausgebildete kognitive Anteile.

Solche *kognitiven Entwicklungen* vereinen variable und konstante Komponenten. Ihre Dynamik und komplexen Zusammenhänge sind diffizil, schwierig zu erfassen, noch komplizierter zu steuern und zu regeln oder gar zuverlässig zu prognostizieren.

Mit dieser Interpretation sind die Kommunikation, das Sender-Empfänger-Verhalten, involviert sowie die natürliche und die technische (künstliche) Informationsverarbeitung unter dem dualen (ontischen und gnoseologischen, objekt- und metasprachlichen) Technologiebegriff subsumiert, ohne die weitergehenden Spezifika der beiden Grundformen der Informationsverarbeitung sowie die qualitativen Unterschiede zwischen der menschlichen und der künstlichen Intelligenz zu negieren.

Für die Gestaltung *hybrider ‚Mensch-Maschine-Systeme‘* ist der sogenannte ‚menschliche Faktor‘ (human factor) von hohem und wachsendem Stellenwert, weil er typische *psychische, kognitive und soziale Eigenschaften des Menschen* (non-technical skills), wie z. B. die besonderen menschlichen Fähigkeiten zur Kooperation und zur Problemlösung als Einflussfaktoren in die sozio-technischen Konstrukte einbringt. Die natürliche und künstliche Verstärkung oder Erweiterung von Kernkompetenzen des menschlichen Verstandes über seine

Qualifizierung oder Ausdehnung mit internen oder/und externen Komponenten und Systemen der Informationsverarbeitung erfasst das – in seiner Bedeutung wachsende – *cognitiveenhancement*.

3.) Die Kognitionstechnologien gehören [neben den Biotechnologien, weiteren Informationstechnologien, wie der Mensch-Maschine-Kommunikation, der drahtlosen Datenübertragung, dem digitalen ‚Abrufdruck‘ (print-on-demand), der fortgeschrittenen Robotik sowie den Nanotechnologien] zur Gruppe der *emergingtechnologies*, die gegenwärtig und mindestens in diesem Dezenium anhaltend, mit ihren außerordentlichen Entwicklungspotentialen in herausragender Weise das gesellschaftliche Erkenntnis-Kreativitäts- und Produktivitätsniveau, die materiell technische Basis sowie die soziale Umwelt stimulieren und verändern.

Seit Beginn dieses Jahrtausends ist darüber hinausgehend im Kontext mit den anwendungsoffenen und rasch evolvierenden *convergencesciencesandtechnologies*, die Konvergenz von vier Schlüsseltechnologien zu beobachten: Die Nano-, Bio-, Informations- und Kognitions-bzw. Neurotechnologien gehören zu den herausragenden Versionen der *convergingtechnologies*, die zugleich von der fortschreitenden Transdisziplinarität zeugen und für die sich – aus dem Englischen abgeleitet – die Abkürzung NBIC etablierbar ist.

Der NBIC-Konvergenz liegt als hypothetische Kernthese die Kompatibilität der fundamentalen Strukturelemente Atom, Gen, Bit und Neuron (bzw. solcher Gen-Analoga, wie Dawkins Meme und die comps) zugrunde. Die NBIC bildet die Basis für das Gestalten neuer Verfahren und Produkte, darunter Nano-Bio-Prozessoren verschiedener Arten und Leistungscharakteristika sowie ‚intelligente Materialien‘. Die weitreichende Forschungshypothese des BMBF-Verbundprojektes „Embodied Information“ unterstellt sogar einen technologischen Paradigmenwechsel, der sich dadurch vollziehen soll, dass Information, Materie(Substanz) und Aktion auf neue Weise zu „Einheiten verkörperter Information“ fusionieren.

4.) Kognitionstechnologien unterliegen wesensgemäß den allgemeinen Gesetzmäßigkeiten aller Technologien bis zur abstrahierenden, ebenfalls deutlich evolvierenden ‚Allgemeinen Technologie‘. Als emerging technologies können sie diese mit kreieren und deren methodische Vorgehensweisen, erkenntnistheoretischen Struktur- und Prozessmodelle, regulativen Prinzipien, Heuristiken, Algorithmen sowie praktikablen Muster mit erheblichen Vorteilen nutzen. Für Anregungen siehe beispielsweise [1]

Kognitionstechnologien haben, wie alle Technologien, substrukturierte, faktisch interagierende und logisch verwobene, *naturale, soziale und humane Dimensionen* und sie wirken gleichfalls grundsätzlich *vermittelnd, integrierend, verändernd und stimulierend*.

Sie partizipieren von solchen, selbst mit hervorgebrachten, wissenschaftlich-technischen Entwicklungstendenzen, wie der Technisierung (mit Unschärfen bis zur ‚Auflösung‘ bestimmter Grenzen zwischen Natur und Technik an Gehirn-Computer-Schnittstellen), der Miniaturisierung mechanischer, mikro- und optoelektronischer Strukturelemente, der Automatisierung, Physikalisation, Chemisierung, Biotisierung und Mathematisierung. Das zeigt sich z. B. deutlich in der Psychophysik, der Neurochemie, der Neurobiologie, der synthetischen Biologie, bei den artifiziellen biomolekularen Funktionssystemen (neuronalen Netzen, integrierten Schaltkreisen), in den innovativen Neurotechnologien mit funktional in die elektrophysiologischen Prozesse des Gehirns integrierten, physisch mit dem Gehirn verbundenen oder in das Gehirn implantierten Einzelelektroden und Elektrodenarrays.

Die besonders herauszuhebende *Mathematik* übernimmt als Wissenschaft „aller denkmöglichen Welten“ bei der Problembearbeitung und der Theorienbildung im Sinne der mathematisch-theoretischen Durchdringung mindestens drei Schlüsselfunktionen: Sie ist zum einen das *präziseste Kommunikationsmittel* bei der gestalterischen Arbeit und zum anderen adaptives, polyfunktionelles *Mittel zur Erkenntnis und zur*

Ergebnispräsentation, (fungiert über die Symbolisierung, Formalisierung, Algebraisierung, Verifizierung, Modellierung, Simulation, Optimierung, Axiomatisierung...) des „Denkmöglichen“ und objektiv Realen: der Strukturen, Prozesse und Zustände. Das betrifft im Speziellen, hier erörterten, die Analyse, Beschreibung und Erklärung von Gedächtnis-, Denk- und Sprachverstehensprozessen, einschließlich der invarianten Eigenschaften des menschlichen Verstandes, der ‚Grundmuster geistiger Gebilde und Vorgänge‘ (F. Klix), der Wechselwirkungen zwischen Wissensbesitz und darauf aufbauenden Prozeduren und den Gebrauch kognitiver Schemata als implikativ-reduktiven Modellen bestimmter Klassen der objektiv realen kognitiven Prozesse und der Strukturierungen des Wissens.

Integriert sind damit solche konstituierenden *Prinzipien*, wie das problembezogen vertretbare, sachdienliche *Vereinfachen*, *Visualisieren*, *Programmieren* und die humane, optimale Koordination zwischen den agierenden Menschen und den zu bedienenden Systemen – das *kognitive Engineering* im engeren Sinn.

5.) Für die Kognitionstechnologie sind per definitionem Informationen, deren *Ausprägungen*, *Aspekte* und *Explikate* von grundsätzlicher Bedeutung.

Der extensional und intensional außergewöhnlich umfassende, heterogen gebrauchte, dennoch scheinbar vertraute Begriff Information ist wahrscheinlich ein exponierter Kandidat für das Prädikat sui generis. Er hat in den verschiedenen Wissenschaftsgebieten unverkennbar spezifische Ausprägungen.

Der *Informationsbegriff* repräsentiert stets eine dialektische Einheit ontischer und gnoseologischer Momente.

Informationen existieren neben und kooperativ mit Stoffen und Energien als *dritter* fundamentaler *Aspekt der Materie*. Sie sind geordnete, speicher-, konvertier- und übertragbare Strukturen mit einer Bedeutung (Semantik); sie bedürfen in ihren mannigfaltigen physischen Ausprägungen stofflicher und/oder energetischer Strukturen als *statischer Träger* oder *dynamischer* Stoff- und/oder *Energieströme* und sie indizieren diese.

Informationen sind Quellen und hauptsächliche Coakteure der Selbstreflexion, Selbstinstruktion, Selbstorganisation und Selbstreproduktion.

Die Qualität der Informationsverarbeitung formiert solche kognitiven und anderen bio-psycho-sozialen Schlüsselkompetenzen, wie Wissenserwerb, Wissensorganisation und Wissenspräsentation, emotionale und soziale Intelligenz. Der so genutzte Begriff Kompetenz umfasst neben Wissen, Fertigkeiten, Fähigkeiten und Einstellungen auch Wertvorstellungen.

Das Einzigartige in den Charakteristika der Information besteht u.a. darin, sowohl *Materielles* als auch *Ideelles* und im Status-/Ereignisbild zudem sowohl *Aktuelles (Faktisches)* als auch *Potenzielles (Mögliches)* zu vertreten. Informationen **I** besitzen als Konterfeis der *Wirklichkeit* und der *Möglichkeit* in unterschiedlichen Verhältnissen (siehe Entropiekonzept), aber prinzipiell, die Eigenschaften der *Aktualität*, der faktischen Bestimmtheit **I_{akt}** und der *Potenzialität*, der faktischen Unbestimmtheit **I_{pot}**.

Im allgemeinen Verständnis quantifizieren Informationen den – meist mit der Zahl der Binärentscheidungen (Bits) angegebenen – Aufwand zur Aufklärung, Steuerung und Regelung von Entitäten.

Information ist denkbare (wahrscheinliche) und verfügbare (erkannte) Struktur, ‚objektivierte *Semantik*‘, nutzbares Wissen. Die potenzielle Information/faktische Unbestimmtheit **I_{pot}** quantifiziert insbesondere den Informationsgehalt (z.B. einer Datenmenge, einer Nachricht), der das Nichtwissen eines Akteurs beseitigen kann.

Informare bedeutet daneben ‚bilden‘, eine Form (einen *strukturierten Zustand*) generieren; *forma* steht mit Form, Gestalt, Konstitution, Erscheinungs(form), (An)Ordnung für weitere wichtige, im begrifflichen Reichtum integrierte Aspekte. K.-F. Wessel verweist darauf, dass im weitesten Sinn alles *Bildung* ist, „was in unserem Gehirn zur Strukturbildung führt“ und dass dieses Phänomen leider vernachlässigt wird [2]. Analog ist Wissen eine zumindest beschreibbare, u.U. messbare, Struktur, die sich entwicklungsgesetzlich verändert.

Mit Hilfe eines *verallgemeinerten*, statistisch fundierten *Entropiekonzeptes* lässt sich zeigen, dass Informationen mit normierten *Ordnungsparametern* $f(S^\#)$ korreliert sind. Die dimensionslose empirische Größe f ist originär als statistisch begründbares geometrisches Mittel der relativen Häufigkeiten von i mikroskopischen Zuständen bzw. Ereignissen aufzufassen. Sie konstituieren einen faktischen Makrozustand. Die aktuellen Informationen entsprechen als Strukturindikatoren/Ordnungsparameter in dem Ansatz

$$I_{\text{akt.}}(S^\#) = f(S^\#) = \lambda \exp(-\lambda S^\#) \quad (\lambda = 1)$$

Wahrscheinlichkeitsdichten exponentiell verteilter, nichtnegativer, revidierter Zufallsvariable $S^\#$, die im Intervall $0 \leq S^\# < \infty$ erklärt sind, woraus $0 < f \leq 1$ folgt. Die $S^\#$ sind formal dimensionslos. [Die mit der Boltzmann-Konstanten k_B reduzierte Boltzmann-Planck-Entropie S_{BP} , also S_{BP}/k_B , ist übrigens zu $S^\#$ kompatibel.] Symbolisch gilt für die ‚Negentropie‘: $-S^\# = \ln(\text{Wissen})$. W. Krause zeigt in seinem Konferenzbeitrag, dass sich herausbildende kognitive Strukturen, besonders kognitive Sequenzen, folgerichtig die Entropie reduzieren. In unserem Bewertungssystem erweist sich die zentrale Größe *Entropieproduktion* $\sigma(S^\#)$ – das Integral der Informationsentropie $\sigma_{\text{Inf.}}$ von $S^\#$ bis ∞ , also bis zum statischen Gleichgewichtszustand minimalster Strukturierung (geringster Ordnung), höchster Unbestimmtheit – generell als Summe aus der aktuellen und potentiellen Information:

$$\sigma(S^\#) = I_{\text{akt.}}(S^\#) + I_{\text{pot.}}(S^\#) = (S^\# + 1) \exp(-S^\#),$$

wobei $\sigma_{\text{Inf.}}$ der Shannonschen Informationsentropie entspricht:

$$\sigma_{\text{Inf.}} = I_{\text{pot.}}(S^\#) = S^\# \exp(-S^\#) = -f \ln(f)$$

Von der Nichtlinearität der Informationsprozesse und der Zufallsgröße $S^\#$ zeugt formal die angeführte Reihenentwicklung:

$$S^\# = I_{\text{pot.}}(S^\#) / I_{\text{akt.}}(S^\#) = \sum 1/n (1-f)^n \quad (n = 1, 2, 3 \dots \infty)$$

Ein vollständigeres, eingehender begründetes und ausführlicher diskutiertes Gleichungssystem enthält [3].

Informationen haben bekanntlich neben den elementaren mathematisch-statistischen Perspektiven, kognitionsrelevante syntaktische, semantische, sigmatische und pragmatische Aspekte, die eng miteinander verbunden sind. Von der Codierung über die Syntax, Semantik bis zur Pragmatik vertiefen und explizieren sich die *Bedeutungsinhalte* der Information.

6.) Die systematisch theoretisch fundierte *Ethologie und Humanontogenetik*, wie sie z.B. K.-F. Wessel (insbesondere die Humanontogenetik), G. Tembrock und die Schule um ihn beispielgebend disziplinär und interdisziplinär mit herausgebildet und konsolidiert haben, räumt – logisch begründet und experimentell belegt – dem *Informationswechsels* überragendem Bestandteil der *organismischen Metabolismen* einen besonderen Stellenwert ein. Dieser Vorrang mindert keinesfalls die Bedeutung des, auch für den *humanen* Informationswechsel essentiellen Energie- und Stoffmetabolismus.

Nach Tembrock bildet der *Informationswechsel* den *Schlüsselbegriff* des adaptiven Verhaltens und der systemischen Evolution, „der in gleicher Weise wie die Begriffe Formwechsel und Stoffwechsel verwendet

wird“ [4]. Während der stofflich-energetische *Metabolismus* die Aufnahme, den Transport, die chemische bzw. biochemische Umwandlung von Stoffen in einem Organismus sowie die Abgabe von Stoffwechselprodukten an die Umgebung erfasst, charakterisiert der Informationswechsel das qualitative Niveau der *Organismus-Umwelt-Interaktion* (bestimmter Feld-Objekt-Kopplungen) und damit zugleich die resultierende individuelle und ökologische Fitness.

Zum Informationswechsel gehören als externe Transferprozesse die Aufnahme und Abgabe von Informationen sowie deren interne Verarbeitung: Transformation/Akkumulation. Die komplexe Informationsverarbeitung umfasst – analog zu den Stoffkomponenten und Energien – drei Prozessgruppen: *das Leiten, Speichern und Wandeln*. Sie prägen über die Assimilation und die noch reaktivere Äquilibration maßgeblich den inneren Zustand des Organismus (im weiten Wortsinn) und damit sein internes und externes Verhalten.

„Es gibt einen *zeitlich programmierten Informationsbedarf*, der sich im Verlauf des Lebens ähnlich verändert wie der *Nahrungsbedarf*. Die moderne Verhaltensbiologie sieht hier einen ihrer Schwerpunkte künftiger Forschung. Das *Organismus-Umwelt-Problem* erscheint uns dabei als die zentrale Frage“ [4]. Dabei wird – etwas vereinfacht dargestellt – zwischen der Eigenumgebung und der fernerer Umwelt, zwischen einer informationell relevanten und einer lediglich Randbedingungen setzenden Umweltklasse differenziert.

Zu dem fortzuführenden dynamischen Konzept gehört die bleibende Integration des Informationswechsels in eine allgemeine, umfassende und evolutionäre Entwicklungstheorie. Dazu bedarf es übergeordneter Modelle, wie sie unter dem Gesichtspunkt der Kognition in besonders geschätzter Weise die Schule um F. Klix erarbeitet und eingesetzt hat.

- [1] G. Banse, E. O. Reher (Hrsg.): Fortschritte bei der Herausbildung der Allgemeinen Technologie, Berlin 2004 (Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, Bd. 75)
- [2] K.-F. Wessel: „Disziplinarität und Interdisziplinarität in der Bildung“. In: G. Banse, L.-G. Fleischer (Hrsg.): Wissenschaft im Kontext. Inter- und Transdisziplinarität in Theorie und Praxis, Berlin 2011 (Abhandlungen der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, Bd. 27), S. 181
- [3] L.-G. Fleischer: „Verallgemeinertes technologisches Fachwissen und konkretisiertes Orientierungswissen im Stoffmodul der Materialtechnik zur Konstituierung einer allgemeinen Stofftheorie – Tendenzen und Probleme“. In: G. Banse, E. O. Reher (Hrsg.): Allgemeine Technologie – verallgemeinertes Fachwissen und konkretisiertes Orientierungswissen zur Technologie, Berlin 2008 (Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, Bd. 99), S. 56-70
- [4] G. Tembrock: Moderne Verhaltensforschung. In: L.-G. Fleischer, H. Hess (Hrsg.): Wissen aus erster Hand – Erkenntnisse, Erfahrungen, Erfolge der Wissenschaft, Berlin 1981, S. 67ff.

KEY NOTE

Turings Test der maschinellen Intelligenz – revisited

Wolfgang Coy

Die Pioniere der modernen Rechenautomaten waren von numerischen und aussagenlogischen Fähigkeiten ihrer Maschinen so fasziniert, dass sie immer wieder über eine Erweiterung des Begriffs der menschlichen Intelligenz nachdachten. Alan M. Turing schlug in einem populärwissenschaftlichen Aufsatz vor, die

Simulation eines intelligenten schriftlichen Dialogs zum Ausgangspunkt eines Intelligenztests zu machen, nicht um Intelligenz im Sinne der IQ-Tests zu messen, sondern der Maschine die gelungene Imitation intelligenten Verhaltens zuzubilligen. TuringsPrognoselautet: „I believe that in about fifty years' time it will be possible, to program computers, with a storage capacity of about 10^9 , to make them play the imitation game so well that an average interrogator will not have more than 70 per cent chance of making the right identification after five minutes of questioning.“ Diesem „Turing-Test“ war in den nächsten Jahrzehnten eine immer wiederkehrende mediale Aufmerksamkeit sicher, freilich erst einmal in Gestalt von Joseph Weizenbaums reizender Tochter *Eliza*, deren Intelligenz mehr an E. T. A. Hofmanns *Olympe* orientiert war. Seit 1991 ist es das Spektakel des jährlich vergebenen, mit maximal 100.000 US-\$ ausgestatteten *Loebner-Preises*, der Turings Test in Erinnerung hält. Einen weiteren Beleg intelligenten Rasonierens kann man im Abschneiden von IBMs Watson-Rechner im Rahmen der TV-Show „Jeopardy!“ sehen. Hat sich sechzig Jahre nach Turings Aufsatz „*Computing Machinery and Intelligence*“ der allgemeine Sprachgebrauch soweit verändert, dass wir Maschinen-Intelligenz zubilligen sollten?

Denken und Intelligenz: eine notwendige Begriffsklärung

Dietrich Dörner

Im Bereich „Künstliche Intelligenz“ der Informatik gibt es eine bemerkenswerte Entwicklung. Es wird festgestellt, dass die fünfzigjährigen Bemühungen um eine „künstliche Intelligenz“ zwar eine ganze Menge hilfreicher Algorithmen und Heuristiken produziert haben, leider aber keine „künstliche Intelligenz“. Man schließt daraus, dass die Nachbildung menschlicher Intelligenz und menschlichen Denkens auf dem Computer aus prinzipiellen Gründen nicht möglich sei und kehrt zurück zu Vorstellungen, die letzten Endes aus dem platonischen Dialog „Phaidros“ zu stammen scheinen. Der menschliche Geist ist körperlos und energielos und hat direkten Kontakt zur „wahren“ Realität (siehe Clark, 2008). Ein solcher „Enaktivismus“ ist letzten Endes eine Bankrotterklärung für alle Bemühungen der Psychologie und der Informatik, den menschlichen Geist nachzubilden und ihn damit exakt zu erfassen. Eigentlich besteht aber zur Resignation kein Anlass. Richtig ist, dass die Bemühungen, den menschlichen Geist aufgrund einer „Language of Thought“ (Fodor) zu erfassen, also letzten Endes auf der Basis der Prädikatenlogik (meist nur erster Stufe), ganz unzureichend waren. Und das liegt daran, dass hinter diesem Ansatz eine sehr verkürzte Bedeutungstheorie steckt, der beispielsweise den Umgang mit Bildern, der beim menschlichen Geist eine so große Rolle spielt, ausklammert. Weiterhin wurde das Thema „Besonnenheit“, also die Fähigkeit des menschlichen Geistes, sich selbst zum Objekt seiner selbst zu machen, über das eigene Denken also nachdenken zu können, ausgeklammert. – In diesem Referat wird gezeigt, wie man mit dem Begriff Denken und mit dem Begriff Intelligenz besser umgehen kann und wie man auf diese Weise die Eigenarten des menschlichen Geistes besser erfassen und auch „nachahmen“ kann.

Clark, A. (2008): *Supersizing the Mind. Embodiment, Action and Cognitive Extension*. Oxford

Beherrschen wir die neuen Gestaltungsmittel? – Philosophisches zur Beziehung von menschlicher und künstlicher Intelligenz

Herbert Hörz

Thesen:

1.) Intelligenz ist Problemlösungskapazität. Die Unterscheidung zwischen menschlicher und künstlicher Intelligenz macht für das menschliche Gesamtsubjekt, personifiziert in seinen theoretischen und

praktischen Entwicklern, die Überlegenheit der menschlichen über die künstliche Intelligenz dann deutlich, wenn man Intelligenzstufen einführt, wobei die höhere Stufe eine Theorie über das Verhalten der niederen Stufe umfasst. Menschliche Intelligenz ist so durch Theorie (Wissen), Werte (Kultur), Entscheidungen (Wertehierarchie), Bewertungen (Risikoabschätzungen) und Antizipationen (Folgenverantwortung) von der künstlichen unterschieden. Für alle Menschen bieten jedoch die neuen Gestaltungsmittel Potenzen zur Intelligenzverstärkung.

2.) Erfolgs- und Gefahrenrisiken sind für die Kognitionstechnologien zu untersuchen: zivile contra militärischer Verwertung, Verstärkerfunktion für humane oder antihumane Ideologien, Demokratisierung des Wissens statt Manipulierung des Bewusstseins.

3.) Die Zusammenarbeit von Sozialprognostikern, Entwicklern, Sicherheitstechnologen, Nutzern, Ethikern und Juristen ist erforderlich, da es keine absolute Sicherheit bei der Beherrschung der neuen Herrschaftsmittel gibt. (3a) Für technisches und menschliches Versagen sind Reserven zu schaffen: Menschen, Finanzen, Strategien, Training, Sicherheitsübungen, Maschinen (Stromausfall: handgetriebene Generatoren). (3b) Gegen antihumane Aktionen militärischer, wirtschaftlicher, ideologischer Art mit den neuen Kognitionstechnologien sind Strategien erforderlich.

4.) Wie ist Akzeptanz für die neuen Gestaltungsmittel zu erreichen? Wissensvermittlung allein reicht nicht, da Anwender nur das akzeptieren, was ihnen offensichtlichen Nutzen bringt, ihren sozialen Zielstellungen, ausgedrückt in Wertvorstellungen, entspricht und keine Gefahrenrisiken in sich birgt. Wir leben mit einem qualitativ neuen Aufschwung der Technologieentwicklung, verbunden mit den „Converging technologies“ auf der einen und einem Kulturverfall mit einer Krise des Wissens auf der anderen Seite. Beide Tendenzen bringen zu lösende Probleme mit sich: Die wachsende Komplexität von Aufgaben und Entscheidungssituationen verlangt Komplexion des Wissens zu ihrer Lösung, die jedoch nicht selten der Spezialisierung untergeordnet wird. Statt humaner langfristiger Strategien dominieren kurzfristige Profitinteressen. Nutzer der neuen Gestaltungsmittel sind oft nicht bereit, sich Wissen anzueignen. Statt der Schrift werden Bilder bevorzugt. Komplizierte Anleitung zur Bedienung missachtet mancher. Wie stellen wir uns auf kreative Entwicklung und eine nutzerfreundliche Bedienkultur ein?

5.) Es geht um eine moralische und rechtliche Normierung, die Erfolgsrisiken fördert und Gefahrenrisiken einschränkt. Recht ist Normierung von Interessen in einer bestimmten kulturellen Tradition. Es basiert auf Wertvorstellungen. Gesellschaftliche Werte sind Bedeutungsrelationen von Sachverhalten für Individuen, soziale Gruppen und die Menschheit als Ganzes, die Nützlichkeit, Sittlichkeit und Ästhetik umfassen. Jeder Mensch, jede soziale Gruppierung, jede ethnische Einheit hat eine eigene Ideologie, in Wertvorstellungen ausgedrückt. Ein bestimmter Wertekanon ist mit einer Weltanschauung verbunden. Das führt zu einem kulturell differenzierten Herangehen an die moralische Bewertung und rechtliche Normierung der neuen Gestaltungsmittel.

6.) Für Bildung als Einheit von Wissensvermittlung und Charakterentwicklung im Sinne des persönlichen Verantwortungsbewusstseins im Umgang mit den neuen Technologien ist sowohl rationale Emotionalität als Erziehung der Gefühle zu beachten, als auch emotionale Rationalität als Leidenschaft bei der Problemlösung in allen Lebensbereichen, einschließlich der Suche nach Neuem in der Wissenschaft, des Umgangs mit Intrigen und Starrköpfigkeit.

Kognitionswissenschaft, Kognitionstechnologie und Visualisierung

Wladimir Bodrow und Klaus Fuchs-Kittowski

Die Verbindung zwischen Kognitionswissenschaft und Kognitionstechnologie wird durch die Forschung zur Künstlichen Intelligenz (KI), als einem Teilgebiet der Kognitionswissenschaft einerseits und einem Teilgebiet der Informatik andererseits hergestellt.

Daher sind die theoretisch- methodologischen Voraussetzungen zur Schaffung von Kognitionstechnologien auch stark von den verschiedenen Entwicklungsphasen (Paradigmenwechsel) auf dem Gebiet der KI, dem Übergang vom Kognitivismus zum Konnektivismus sowie zur handlungsorientierten KI-Forschung bestimmt.

Ausgehend vom Life circle kognitiver Aktivitäten, werden, mit dem Fokus auf die Wahrnehmung und die notwendige Visualisierung des Wissens, einige technologische Konzepte und Lösungen diskutiert.

Inductive Rule Learning on the Knowledge Level

Ute Schmid und Emanuel Kitzelmann

Ein spezifisches Merkmal menschlichen autonomen Lernens ist, dass Menschen in der Lage sind, produktive Regeln aus konkreter Erfahrung – häufig aus einem Strom von nur positiven Beispielen – zu extrahieren. Nach Chomsky ist eine Regelmenge produktiv, wenn sie systematisches Verhalten in Situationen beliebiger Komplexität produziert. Beispielsweise ist eine Regelmenge produktiv, die erlaubt, Türme aus sortierten Blöcken für eine beliebige Anzahl von Blöcken zu bauen. Produktive Regeln repräsentieren die Kompetenz einer Person – in Kontrast zu ihrer Performanz, die Fehler und unsystematische Variationen aufweisen kann. Häufig sind produktive Regeln verbalisierbar, das heißt, eine Person kann einer anderen eine allgemeine Lösungsprozedur für eine Klasse von Problemen erklären. Ich schlage vor, einen Ansatz zum analytischen induktiven funktionalen Programmieren zu verwenden, um diese Art des Lernens aufzumodellieren. In der analytischen induktiven Programmierung werden Algorithmen mit explizit definierten Sprach-Beschränkungen und Such-Strategien entwickelt mit denen rekursive Regelmengen aus wenigen, positiven Beispielen extrahiert werden können.

Der vorgeschlagene Ansatz kann als Beitrag zur kognitiven Modellierung menschlicher Lernprozesse verstanden werden. Anwendungsfelder sind im Bereich der Endnutzerprogrammierung, intelligente Tutorsysteme sowie die Kombination von Planen und Lernen.

Schmid, U., Kitzelmann, E. (2011): Inductive Rule Learning on the Knowledge Level. In: Cognitive Systems Research, 12 (3), 237-248.

<http://www.cogsys.wiai.uni-bamberg.de/publications/schmidkitzCoCoRev.pdf>

Fodor, J. A. (1975): The Language of Thought. Cambridge, MA

Neue Messgrößen für geistige Prozesse und Leistungen aus der Elementaranalyse der menschlichen Informationsverarbeitung – kognitive Strukturen und kognitive Sequenzen

Werner Krause

Die Elementaranalyse der menschlichen Informationsverarbeitung hat Möglichkeiten eröffnet, neue Messgrößen für geistige Prozesse und Leistungen zu bestimmen.

So können Eigenschaften kognitiver Strukturen und Eigenschaften kognitiver Sequenzen als Grundlage zur Abbildung von differentiellen Unterschieden in geistigen Prozessen und Leistungen dienen. Mit Bezug zur Reduktion von Komplexität in der menschlichen Informationsverarbeitung (Klix, 1983) ist experimentell belegt, dass unterschiedliche geistige Leistungen sich in kognitiven Strukturen widerspiegeln, die durch unterschiedlichen kognitiven Aufwand (Sommerfeld, 1994) bewertet werden können. Unterschiedliche geistige Prozesse gehen mit unterschiedlichen Entropiereduktionen über Mikrozustandssequenzen einher, die auf der Basis der EEG-Kohärenzanalyse bestimmt wurden (Krause, Seidel und Heinrich, 2003; Schack, 1999). In Lehmann, Ozaki und Pahl (1987) wurden Mikrozustände als zeitlich stabile Potentialverteilungen aus dem Elektroenzephalogramm eingeführt.

Solche Messgrößen (bewertete kognitive Strukturen, Entropiereduktion über kognitiven Sequenzen) aus der Elementaranalyse der menschlichen Informationsverarbeitung bieten neue Möglichkeiten einer Diagnostik.

Menschliche Informationsverarbeitung – interdisziplinäre Elementaranalyse und Praxisrelevanz

Erdmute Sommerfeld

Ein Schwerpunkt dieser Konferenz betrifft die Frage: „Was ist unter dem Aspekt ‚human factors‘ für die Kognitionstechnologien und ihre Weiterentwicklung von Bedeutung?“ Dazu wird in diesem Beitrag aus dem Blickwinkel der Elementaranalyse menschlicher Informationsverarbeitung Stellung genommen.

Ausgehend von Friedhart Klix und der Klix-Schule wird auf Grundlagenuntersuchungen und -ergebnisse und deren Nützlichkeit für unterschiedliche Praxisfelder eingegangen. Basierend darauf werden Anregungen für die interdisziplinäre Diskussion und für systematische weiterführende Analysen gegeben.

Das Problem kognitiver Invarianten bei der Diagnose geistiger Leistungen

Gerd Lier und Uta Lass

Die Suche nach Konstanten im psychischen Geschehen hat die wissenschaftliche Psychologie seit ihren Anfängen beschäftigt. In der Psychophysik gelangen mit der von Weber (1834) definierten Unterscheidungskonstanten oder später mit der Fechnerschen Empfindungskonstante (1850) im Bereich von Wahrnehmungsleistungen erste Erfolge. Daraufhin übertrug man diese Suche auch auf höhere kognitive Leistungen. Die von Ebbinghaus (1885) durchgeführten Gedächtnisexperimente legten Maximalgrenzen für das unmittelbare Behalten von Elementen nahe. Ebenso wurden Zeitkonstanten für die Suche im Kurzzeitgedächtnis definiert (Sternberg, 1969). Nachfolgende Experimente zeigten jedoch, dass die Konstanten einer nachweisbaren Variation unterlagen. Im letzten Viertel des 20. Jahrhunderts wurden neue Wege beschritten, um die Gültigkeit kognitiver Konstanten zu erhöhen. Ein Beispiel ist die

Konstante C (Cavanagh, 1972), bei der die maximale Menge von Stimuli, die unmittelbar behalten werden kann, mit der Zeitkonstanten für die Suche im Kurzzeitgedächtnis kombiniert wird. Ein Ansatz von Geißler (1991) versucht die Definition von Konstanten bei kognitiven Leistungen auf der Basis von Zeitquanten als grundlegende zeitliche Verarbeitungseinheiten. Umfassendere empirische Ergebnisse liegen hierzu allerdings noch nicht vor.

In einer kritischen Analyse auf Grund von publizierten empirischen Befunden soll gezeigt werden, dass die als universell und auch materialunabhängig angesehene Cavanagh-Konstante dennoch einer Reihe von Varianzquellen unterliegt. Der C-Parameter variiert

- intraindividuell (also bei einer Person bei verschiedenen Anforderungen);
- interindividuell (also zwischen verschiedenen Personen);
- zwischen verschiedenen Materialien (also zwischen verschiedenen Anforderungen);
- zwischen Kulturen.

Die dargestellte Befundlage zum Konzept kognitiver Konstanten legt die Frage nahe, ob derartige Ansätze zur Beschreibung geistiger Leistungen adäquat sind. Die Autoren vertreten die Auffassung, dass ein Paradigmenwechsel mit Erklärungsversuchen über Konzepte adaptiver Prozesse möglicherweise angemessener ist. Die zusätzliche Berücksichtigung von adaptiven Eigenschaften des Menschen bei der Diagnose kognitiver Leistungen, wie sie z.B. von Werner Krause mit der Strukturierung von kognitiven Prozessen diskutiert wird, könnte ein Schritt in diese Richtung sein.

Bedingungen und Formen kognitiven Lernens

Bodo Krause

Ausgehend von der Lerndefinition nach Klix (1974) wird versucht, den schillernden Begriff des kognitiven Lernens einzugrenzen. Das kognitive („erkennende“) Merkmal wird genutzt, um unterschiedliche Lernformen zu unterscheiden. Auf dieser Grundlage stellt sich die Frage, welche Unterschiede es zwischen natürlichen Lernformen und Verfahren der künstlichen Intelligenz gibt.

Es wird dargelegt, dass

- Eigenschaften der natürlichen Intelligenz sowohl rückmeldungsbezogen als selbstreflektorisch ausgebildet werden,
- es schon beim Erlernen elementarer Diskriminationsleistungen zur Herausbildung kognitiver Lernschritte kommt (Köhler),
- es schon beim Erlernen elementarer Diskriminationsleistungen zu Unterschieden zwischen natürlichen und künstlichen Lernprozessen kommt und damit auch psychologische Lerntheorien prüfbar werden,
- kognitives Lernen immer nur in dem erforschten Bereich aus dem natürlichen Lernen auf künstliche Systeme übertragbar ist, selbst das Schachprogramm „deepblue“, das erstmals einen Schachmeister bezwang, erreichte diese Leistung nicht aufgrund kognitiven Lernens sondern aufgrund der technischen Vorteile in der Speicherkapazität und Verarbeitungsleistung.

Niemand wird wohl vermuten, dass die Verarbeitungsprozesse „deepblue“ nur entfernte Ähnlichkeit zu menschlichen Schachspielern und ihren Handlungsstrategien haben. Deshalb verbleibt die Konsequenz:

Modelle der künstlichen Intelligenz sind bezüglich psychologischer Prozesse zwar Prozesshypothesen, die es gestatten, theoretische Fragen zu prüfen, sie sind aber in aller Regel keine Modelle psychischen Verhaltens. Die Auswirkungen auf Kognitionstechnologien sind vielfältig. Andererseits verbleibt die alte Erkenntnis, dass menschliches Verhalten diesen Modellen der künstlichen Intelligenz überlegen ist und die Aufklärung dieser Überlegenheit auch Erkenntnisse für die künstliche Intelligenz liefern kann.

Modellierung des Assoziativen Gedächtnisses auf der Basis von beobachteten Traummechanismen

Fritz Wyszotzki

Ausgehend von in Freuds „Traumdeutung“¹ dargestellten theoretischen Überlegungen zur Traumentstehung wurden Erweiterungen eines Modells des Assoziativen Gedächtnisses entwickelt. Ziel war ein tieferes Verständnis von im Unbewussten ablaufenden Prozessen sowie ihrer Wechselwirkung mit dem Bewusstsein. In den durchgeführten Modellierungen wurde das klassische Assoziative Gedächtnis, das aus einer über Merkmalsvektoren gebildeten Kovarianzmatrix besteht und durch „Hebbsches Lernen“ aufgebaut wird, in zweierlei Hinsicht erweitert:

1.) Da es bei der vorliegenden Problematik wesentlich um das Episodische Gedächtnis geht, werden zur Darstellung von (zeitlich geordneten) Situationen/Ereignissen Fillmore-Tiefenstrukturen, also symbolisch repräsentierte semantische Situationsbeschreibungen als Merkmalsvektoren verwendet. Es hat dazu eine Integration des Episodischen mit dem Semantischen Gedächtnis zu erfolgen. Als ein auch für technische Anwendungen relevantes Ergebnis ergab sich, dass bei Eingabe einer bereits gespeicherten Situationsbeschreibung (bzw. eines Teiles derselben) nicht nur diese reproduziert wird, sondern (mit geringerer Intensität) auch zeitlich davor und dahinter liegende, wenn es Überlappungen der Eingabe mit diesen gibt (z. B. denselben Akteur). Die Intensität der Reproduktion wird durch die Ähnlichkeit (= Skalarprodukt der Vektoren) der eingegebenen mit der gespeicherten Situation bestimmt.

2.) Die zum Aufruf eingegebenen Situationsbeschreibungen wurden durch positive bzw. negative Bewertungen ergänzt, die wahrscheinlich neurobiologisch durch einen Zwischenprozess über Amygdala/Thalamus in Wechselwirkung mit dem assoziativen Cortex zustande kommen, wobei die negativen Bewertungen der Wirkung der Freudschen „Zensur“ (Verdrängung) entsprechen.

Zu den in 1.) und 2.) verwendeten Repräsentationen und erzielten Ergebnissen kann eine (approximative) Interpretation durch neuronale Modelle angegeben werden, z. B. erfolgt die Erkennung von sprachlichen Symbolen durch entsprechende synchronisierte Neuronengruppen.

Mit diesen Erweiterungen konnten auch folgende zuerst von Freud beschriebene Traummechanismen modelliert werden, die z.T. auch im Wachenleben eine Rolle spielen:

1.) Umwertung/Verschiebung durch die Zensur.

2.) Detektion von „überdeterminierten“ Ereignissen („Knoten“), die zu vielen anderen Ereignissen Beziehungen und dadurch eine hohe Intensität haben.

3.) Mischbildung/Verdichtung (z.B. zu „Sammelpersonen“) als eine durch Rekombination von Ereignissen/Objekten entstehende Klassenrepräsentation durch einen einzelnen Merkmalsvektor.

¹ Fischer Verlag. 1961/64

Fachunspezifische („non-technical“) Unterstützung des konstruktiven Entwerfens

Wilfried Hacker

Der Mangel an Ingenieuren verstärkt die Suche nach Unterstützungsmöglichkeiten insbesondere der frühen, kreativen Abschnitte des konstruktiven Entwerfens. Neben dem Verschieben der Funktionsteilung zwischen Konstrukteur und Computer zugunsten von CAX und VR kann dazu auch die Unterstützung der Tätigkeit der Konstrukteure selbst durch generische kognitive Strategien dienen.

Es wird ein Forschungsprogramm mit feld- und laborexperimentellen Studien vorgestellt, das die Aufgaben- und Anforderungsklä rung, die Ideenerzeugung, das Bewerten und das Entscheiden zwischen Lösungsalternativen sowie die Kooperation und die Ablaufplanung unterstützt.

Die Unterstützungsmodule nutzen kognitionspsychologische Erkenntnisse zum Aufrufen der semantischen Relationen, zum externen Denken (externalizing, impromptuprototyping) zur Entscheidungsdekomposition sowie sozialpsychologische Befunde.

Die Integration in die konstruktionstechnische Aus- und Weiterbildung ist erfolgreich.

* * *