

Designer's Deputy

Eine Semiotische Interpretation Intelligenter Interface Agenten

Die vorliegende Arbeit setzt sich mit den Grundlagen auseinander, welche für die semiotische Beschreibung von Mensch-Computer Interaktion benötigt werden und wendet das resultierende Konzept des Computers als Abgeordneter des Gestalters (Designer's Deputy) auf die Analyse von Intelligen Interface Agenten an.

Inhalt

1.	Einleitung.....	4
1.1	Begriffserklärungen.....	6
2.	Das Zeichen.....	13
2.1.	Dyadisches Zeichenmodell - Saussure	15
2.2	Triadisches Zeichenmodell - Peirce.....	19
2.3	Metakommunikation	30
3.	Designer's Deputy.....	37
4.	Beispiele	38
5.	Analysis	46
6.	Fazit	49
7.	Quellen	50
7.1	Literatur.....	50
7.2	Abbildungen	51
7.3	Internetquellen	51
	Eigenständigkeitserklärung	52

1. Einleitung

Künstliche Intelligenz und Mensch-Computer Interaktion sind zwei wissenschaftliche Felder, welche ursprünglich klar voneinander getrennt waren. In den vergangenen Jahren gab es jedoch Entwicklungen, welche KI¹ und MCI² konvergieren ließen, wodurch heute große Teile der Interaktion mit Computern durch Systeme gestützt werden, welche sich Methoden des maschinellen Lernens bedienen und aus den Forschungen nach künstlicher Intelligenz stammen. Ein Großteil dieser Entwicklungen zeigt sich im Aufkommen von Intelligent User Interfaces / Interface Agenten, deren Funktionalität heute für fast jeden greifbar ist. Die Benutzbarkeit solcher Interface Agenten stützt sich auf den Entwicklungen in der Verarbeitung natürlicher Sprache (NLP³). In der Vergangenheit wurde oftmals postuliert, dass wir in naher Zukunft Maschinen entwickeln würden, welche die menschliche Intelligenz um ein vielfaches übersteigen und der Menschheit so einerseits mit ihren Problemen helfen würden, zugleich aber auch eine Gefahr darstellen würden, da eine solche Technologie die Menschheit in jedem Bereich zu ersetzen drohe. Dieses Szenario wird als “Singularität” bezeichnet - und in der Realität sind wir nach wie vor weit davon entfernt. Im Jahre 1960 kommentierte J. C. R. Licklider eine Studie der US Air Force, welche

1 Künstliche Intelligenz

2 Mensch Computer Interaktion

3 Natural Language Processing

davon ausging, dass wir in etwa 20 Jahren solch intelligenten Maschinen haben werden, folgendermaßen:

“That would leave, say, five years to develop man-computer symbiosis and 15 years to use it. The 15 may be 10 or 500, but those years should be intellectually the most creative and exciting in the history of mankind.”⁴

Licklider meinte, dass die Zeit, die wir bis zum Aufkommen von Computern mit einer Intelligenz die vergleichbar oder höher als die des Menschen ist haben, durch die Symbiose zwischen Mensch und Computer bestimmt werden würde. Seine Schätzung von 10 bis 500 Jahren bis zu dem Zeitpunkt der Singularität ist so aktuell wie sie es schon zu seiner Zeit war.

Die Symbiose, von der Licklider sprach, beschrieb er als Partnerschaft: Der Mensch solle die Ziele setzen, Hypothesen formulieren, Kriterien bestimmen und Ergebnisse evaluieren, während Computer die routinierte Arbeit übernehmen und den Weg zu Erkenntnissen und Entscheidungen ebnen sollen.⁵

Heute übernehmen eben diese Rolle intelligente Interface Agenten, welche von Gestaltern entworfen wurden um eben diese Symbiose zwischen Mensch und Computer zu vereinfachen. In den folgenden Kapiteln werden erst Grundlagen für die semiotische Perspektive auf diese Symbiose aufgestellt, um dann die Gestaltung von Interface Agenten als

4 J. C. R. Licklider, 1960. Nach Grudin, 2009:51.

5 Licklider, 1960.

Kommunikationsteilnehmer in einem Kommunikationsprozess zwischen Designern und Nutzern zu analysieren.

1.1 Begriffserklärungen

1.1.1 Künstliche Intelligenz (KI)

Das Ziel der Forschung an künstlicher Intelligenz ist die Entwicklung lernfähiger Systeme, welche von einem Ausgangszustand ausgehend selbstständig die bestmögliche Lösung für ein beliebiges Problem finden können.¹

Es gibt zwei Ansätze für die qualitative Beurteilung der Leistungen einer KI: Systeme die wie Menschen denken / agieren; Systeme die rational denken / agieren.

Die Leistungen einer KI können also einerseits mit denen eines Menschen unter ähnlichen Testbedingungen verglichen werden, oder mit den Leistungen einer theoretischen, perfekten Intelligenz.²

Heutige Implementierungen solcher Systeme sind jedoch auf einen Problembereich limitiert. Beispielsweise sind heutige Implementierung für das Schachspiel, die Spracherkennung, oder die qualitative Analyse von großen Datenmengen nicht auf andere Problembereiche anwendbar.

1 Stuart 1995:4f.

2 Stuart 1995:5.

1.1.2 Mensch-Computer Interaktion (MCI)

MCI ist ein Forschungsbereich, der sich mit der Gestaltung, Auswertung und Implementierung von interaktiven Rechensystemen und den damit zusammenhängenden Phänomenen befasst.³

Im Jahre 1963 entwarf Ivan Sutherland als Teil seiner Ph.D. Thesis ein Programm mit dem Namen Sketchpad⁴, welches heute als Grundstein für die Forschung im Bereich der Mensch-Computer Interaktion gilt. Sketchpad erlaubte es zum ersten mal mit Hilfe eines speziellen Stiftes als Eingabegerät digitale Vektor-Grafiken zu zeichnen, und gilt somit auch als die erste CAD-Applikation.

Abbildung 1 zeigt eine reduzierte Ontologie der MCI auf Grundlage einer technischen Perspektive. Die Elemente sind: Mensch; Sinne des Menschen; Aktionen des Menschen; Computer; Eingabe- und Ausgabe-Schnittstelle; Software; Designer. Der Designer ist während des Moments der Interaktion zwar meist nicht physisch anwesend, jedoch wird er für die semiotische Analyse als Teil des Systems genannt.

Die Schnittstelle des Computers besteht aus Ein- und Ausgabegeräten, die je nach Anwendungsbereich (z. B. Gaming, VR, Mobile, TV, Web, etc.) und Software sehr unterschied-

3 vgl. Hewett, Baecker, Card, Carey, Gasen, Mantei, Perlman, Strong, Verplank, ACM SIGCHI Curricula for Human-Computer Interaction. Last updated: 2009-07-29. <http://old.sigchi.org/cdg/cdg2.html>

4 Sutherland, Ivan E. "Sketch pad a man-machine graphical communication system." Proceedings of the SHARE design automation workshop. ACM, 1964.

lich ausfallen können. Der Nutzer kann die Ausgabe des Computers je nach Szenario visuell, auditiv und/oder taktil wahrnehmen und durch Aktionen Eingaben machen, aus denen die Software auf Grund der Regeln des Designers wieder Ausgabe generiert, die vom Nutzer wahrgenommen werden kann, etc. Jeder Mensch-Computer Interaktion liegt ein solches Schema zugrunde.

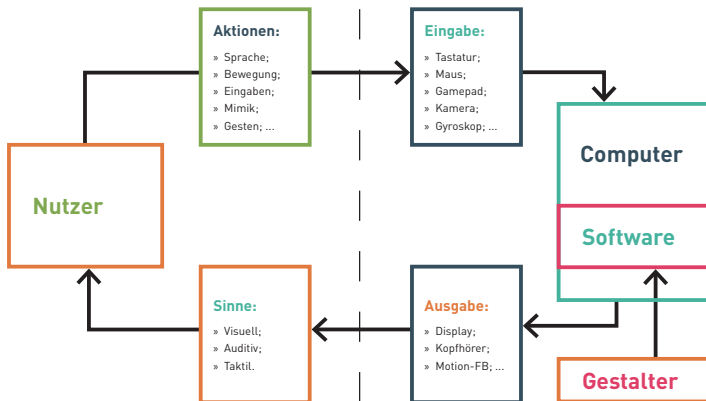


Abb. 1: Eine Ontologie der Mensch-Computer Interaktion

1.1.3 Syntaktik, Semantik, Pragmatik

Die Syntaktik, Semantik und Pragmatik sind Teildisziplinen des wissenschaftlichen Feldes der Semiotik.⁵

Syntaktik

Die Syntaktik untersucht die Bedingungen, die etwas erfüllen muss damit es eine Bedeutung repräsentieren kann.⁶

Semantik

Gegenstand der Semantik ist die Bedeutung von Wörtern, Zeichen und Symbolen in Relation zu dem Zeichensystem in dem sie auftreten.⁷

Pragmatik

Pragmatik untersucht die Bedingungen, die ein Subjekt erfüllen muss, um Zeichen als Repräsentationen von Bedeutungen zu interpretieren.⁸

Falls eine Untersuchung die explizite Referenz zum Nutzer oder Interpretieren eines Zeichens macht, so ist sie dem Bereich der Pragmatik zuzuschreiben. Wenn wir vom Nutzer eines Zeichensystems abstrahieren, und nur den Bezug vom Zeichen zum Bezeichneten untersuchen, so gehört dies zur

5 vgl. De Gryter, 2003:4f.

6 vgl. De Gryter, 2003:14.

7 vgl. De Gryter, 2003:83.

8 vgl. De Gryter, 2003:219.

Semantik. Abstrahieren wir nun diesen Bezug und betrachten nur das Zeichen, dessen formellen Aspekte, und seine Relation zum Zeichensystem, so ist dies teil der Syntaktik.⁹

1.1.3 Zeichensystem

Zeichensysteme sind wesentlicher Bestandteil der semiotischen Forschung. Der Begriff wird stellvertretend zum Bezeichnen von Sprachen (languages) - im semiotischen Sinne - genutzt um linguistische Konnotationen zu vermeiden.

1.1.4 Code (Semiotik)

In der Semiotik ist ein Code ist eine Sammlung von Zeichen deren Zusammenstellung der Konvention zwischen den Kommunikationsteilnehmern eines Kommunikationsprozesses unterliegt. Formell reduziert betrachtet besteht diese Sammlung aus Substitutionsregeln wie:¹⁰

A <-> • —

B <-> • • •

C <-> — • — •

etc.

⁹ vgl. De Gryter, 2003:5.

¹⁰ vgl. De Gryter, 2003:404.

Zeichen können hierbei von einem Code in einen anderen Code übersetzt werden und wieder zurück übersetzt werden, wobei bei jeder Übersetzung ein Prozess der Interpretation stattfinden muss und somit jedes mal ein neuer Interpretant für jedes Zeichen gebildet werden muss.¹¹ Die Übersetzung kann hierbei auch als Repräsentation bezeichnet werden.

Beispiele für Codes sind:

- Die gesprochene Sprache;
- Die Spielregeln eines Spiels (z. B. die Wertigkeit von Spielkarten);
- Bedienelemente eines Musikabspielgeräts (Dreieck<->Start; Quadrat<->Stop; ...).

¹¹ De Gryter, 2003:408f.

1.1.5 Semiotic Engineering

Semiotic Engineering ist eine semiotische Herangehensweise an die Gestaltung von Mensch-Maschine Schnittstellen, welche als solches ursprünglich von Clarisse Sieckenius de Souza vorgeschlagen wurde.

De Souza nimmt dabei den Standpunkt ein, dass Interaktive Technologien als Metakommunikations-Artefakte zu betrachten sind. Dafür setzt De Souza eine Anwesenheit der Designer während des Moments der Interaktion zwischen Nutzern und Software voraus, und versteht darauf aufbauend MCI als Kommunikation zwischen Designern und Nutzern von Software.¹²

¹² De Souza, 2005.

2. Das Zeichen

Die Semiotik¹ ist die Wissenschaft von Kommunikationsprozessen (Semiose) und den damit verbundenen Zeichen, ihrem Aufbau sowie ihrer Bedeutung und Funktion². Ferdinand de Saussure und Charles Sanders Peirce werden meist als Begründer der modernen Semiotik genannt, die unabhängig voneinander Zeichenmodelle aufgestellt haben welche die Semiotik der Gegenwart bestimmen. Die beiden folgenden Kapitel sollen, unter dem Gesichtspunkt der Mensch-Maschine Interaktion, als Einleitung in diese zwei, in ihren Grundsätzen vollkommen unterschiedlichen aber dennoch vergleichbaren, Theorien dienen. Einen Großteil der Diversität im heutigen Feld der Semiotik haben wir den Leistungen beider Theorien für sich zu verdanken.

Peirce' Zeichenbegriff besteht, im Gegensatz zu Saussures zwei, immer aus drei Korrelaten, von denen eines das Objekt ist, auf welches sich das Zeichen bezieht. Durch das Objekt ist ein Bezug zu einer gesellschaftlichen Konvention, der "Realität", gegeben. Saussures Zeichen besteht lediglich aus dem Bezeichnenden (die Buchstaben W-O-R-T in dieser Reihenfolge) und dem Bezeichneten (der Sinn von "Wort"). Durch diesen Dualismus definierte er das Zeichen

1 Saussure nannte das Feld "semiologie", während Peirce es als "semeiotics" bezeichnete. Zusammenfassend kann von Semiotik die Rede sein (altgriechisch ‚Zeichen‘, ‚Signal‘)

2 Siehe 1.1.3. Syntaktik, Semantik, Pragmatik

als komplett immaterielle Einheit, und hinterfragte damit die seit Descartes bestehende Trennung zwischen Körper und Geist.³

3 Nadin, 2007: S.62

2.1. Dyadisches Zeichenmodell - Saussure

Saussures Forschungen in der Sprachwissenschaft führten ihn zu der Unterscheidung zwischen “langue”, der Sprache als abstraktes, kulturelles Konstrukt, und “parole”, dem Sprechen in Form von Lauten. Diese Trennung ließ es zu, die Sprache als Ansammlung von Unterscheidungen und Definitionen, in der die Beschaffenheit jedes Zeichens durch alle anderen Zeichen im System bestimmt wird.

Saussure trennt zwischen dem Signifikat und dem Signifikant, also zwischen Bezeichnetem und Bezeichnendem. Beispielsweise bezeichnet »arbor« den “Baum”, welcher für einen speziellen oder alle Bäume stehen kann:

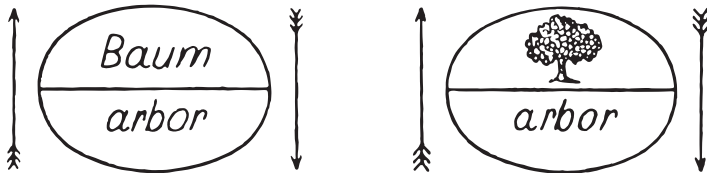


Abb. 2: FD Saussure, Grundfragen der Sprachwissenschaft 1931:78.

Saussures Zeichen ist definiert durch Beliebigkeit, sowie Unveränderlichkeit und Veränderlichkeit zugleich.

Die Beliebigkeit des Zeichens liegt im Bezug zwischen dem Bezeichnenden und dem Bezeichneten:

“So ist die Vorstellung ‘Schwester’ durch keinerlei innere

Beziehung mit der Lautfolge Schwester verbunden, die ihr als Bezeichnung dient; sie könnte ebensowohl dargestellt sein durch irgendeine andere Lautfolge [...]”⁴

Das Bezeichnende zeigt somit keine Ähnlichkeit zu dem was es Bezeichnet, und ohne das Zeichensystem, in dem das Zeichen seine Bestimmtheit erlangt, kann kein Sinnvoller Bezug zwischen Signifikat und Signifikant hergestellt werden. Das Wort “arbor” bezeichnet nur in der richtigen Sprachgemeinschaft (Zeichensystem) die Idee des Baumes.



Abb. 3: FD Saussure, Grundfragen der Sprachwissenschaft 1931:137

Wichtige Komponenten in der menschlichen Kommunikation, welche durch die Eigenschaft der Beliebigkeit mit entstehen, sind Wünsche und beabsichtigte sowie unbeabsichtigte Lügen. Wir können uns Zeichen vorstellen, die surreal, sarkastisch, ironisch oder anderweitig gemeint sind. Als Empfänger müssen wir zum Verstehen solcher Zeichen müssen wir uns etwas vorstellen, das nicht mit unserem Konzept der Realität vereinbar ist.

Die Unveränderlichkeit ergibt sich aus eben diesem Verhältnis des Wortes zu allen anderen Worten in der Sprachgemeinschaft. Die gesellschaftliche Konvention sieht es im

4 De Saussure, Ferdinand. Grundfragen der allgemeinen Sprachwissenschaft. Walter de Gruyter, 1931.

Falle der Sprache vor, dass ein Wort im bestimmten Zusammenhang eine klare Bedeutung hat, obwohl es keine Relation zum Bezeichneten hat. Dennoch kann sich mit der Zeit die Bedeutung von Worten ändern.

Ein Beispiel aus der englischen Sprache zeigt sowohl die Beliebigkeit, als auch die Unveränderlichkeit und die Veränderlichkeit des Zeichens:

Das Wort “gay” stammt aus dem altfranzösischen “gai” und lässt sich als “fröhlich”, “lustig”, “ausgelassen”, “farbenfroh” übersetzen. Im Laufe der Zeit veränderte sich jedoch die Bedeutung zu “homosexuell”, woraufhin die Bedeutung des Wortes mit damaligen gesellschaftlichen Normen kollidierte und von da an mehrheitlich negativ konnotiert wurde. Es ist jedoch durchaus denkbar, dass das Wort “gay” in der Zukunft wieder eine positive, oder eine komplett andere Bedeutung kriegen könnte. Diese Veränderung kann jedoch von keinem Individuum durchgeführt werden, sondern unterliegt, im Falle der Sprache, dem langsamen Prozess der Veränderung der Gesellschaft.

Ein Beispiel bei dem eine solche Veränderung im Bereich von HCI kontrolliert vorgenommen werden muss, sind Soziale Netzwerke mit hoher Anzahl von Nutzern. Das Frontend von solchen Diensten besteht meist aus einem komplexen Zeichensystem, welches einer Lernkurve unterliegt, die für einen Teil der Nutzer vergleichbar ist mit der beim Erlernen einer Sprache. Verändern die Designer nun zu viele Aspekte dieses Zeichensystems in einem zu kurzen Zeitraum, kann es dazu kommen, dass Nutzer die Neuerungen nicht akzeptieren. Lassen Designer den Nutzern dagegen

individuell die Wahl darüber die Änderung anzunehmen, kann eine langsame Adaption erfolgen, wie es auch mit Sprachen geschieht.

Doch diese Definition des Zeichens ist eindeutig und lässt sich ohne Anpassungen⁵ nicht auf alle Bereiche anwenden, die heutzutage von den Methoden der Semiotik gebraucht werden. Saussures Zeichen repräsentiert die Idee, und es existiert nur sodann ein Sender, der die Idee in Form eines Zeichens ausdrückt. Durch diese Immaterialität behandelt Saussure das Zeichen gesondert vom Signal, Symptom und Symbol und schließt laut Umberto Eco eine Vielzahl von Phänomenen aus, die als semiotisch verstanden werden können, beispielsweise die Zoosemiotik und die Informationstheorie.⁶ Auf der Ebene der Mensch-Maschine Interaktion führt weiterhin die Differenzierung, die Saussure zwischen “langue” und “parole” macht, zu wesentlichen Komplikationen⁷.

Um zu umfassend zu beschreiben, was bei einem semiotischen Verhältnis zwischen Mensch und Maschine passiert, sollten wir uns also auch mit der Semiotik von Peirce vertraut machen.

5 De Souza, 2005. S. 36f

6 Eco, 1972. S. 28f

7 De Souza, 2005. S. 38

2.2 Triadisches Zeichenmodell - Peirce

Die Semiotik von Charles Sanders Peirce hat seinen Ursprung nicht in der Sprachwissenschaft, sondern in der Logik und Epistemologie, und so bezeichnet die Peirscsche Zeichendefinition von Grund auf ein viel weiteres Spektrum von Kommunikationsphänomenen.¹

Nach Peirce' Auffassung findet all unser Denken in Zeichen statt:

“We think only in signs.”²

Diese Zeichen bestehen aus einem Interpretant, welcher eine Relation zwischen dem Objekt und dem es bezeichnenden Repräsentamen herstellt. Der Interpretant ist hier nicht zu verwechseln mit der interpretierenden Instanz, sondern ist als Sinn, ähnlich dem Signifikat nach Saussure, zu verstehen.

“Ein Semiose-Verhältnis ist gegeben, wenn der Stimulus ein Zeichen ist, und dieses Zeichen von einem dritten Element (Signifikat/Interpretans) vermittelt wird, welches bewirkt, dass das Zeichen sein Objekt für den Empfänger darstellt”³.

Dieses Semiose-Verhältnis entsteht für also aus der Relation

1 De Souza, 2005:38.

2 CP 2.302. CP bezieht sich auf die Gesammelten Schriften von Charles Sanders Peirce.

3 Eco 1972:28.

zwischen Repräsentamen und Objekt, die durch den Interpretant hergestellt wird.

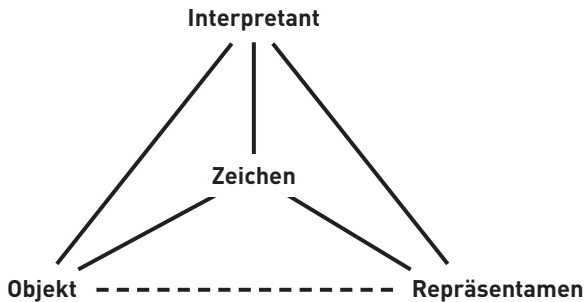


Abb. 3: Semiotisches Dreieck nach Mihai Nadin, 2011. "Information and Semiotic Processes The Semiotics of Computation", S. 168.

Folgende Definition des Zeichens lässt sich in den Schriften von Charles Sanders Peirce finden:

"Anything which determines something else (its interpretant) to refer to an object to which itself refers (its object) in the same way, the interpretant becoming in turn a sign, and so on ad infinitum."⁴

Anders gesagt, ist demnach all das ein Zeichen, was etwas anderes (den Interpretant) dazu veranlagt sich genau so auf ein Objekt zu beziehen wie es sich selbst auf das Objekt bezieht. Ist diese Relation durch den Interpretant hergestellt, wird er selbst zum Zeichen, welches in Relation zu einem Objekt steht, und so weiter, ad infinitum. Mit jedem Zeichen entsteht so nicht nur ein neues Zeichen in form ei-

4 CP 2.303

nes Interpretant, sondern auch, rückwirkend, ein Zeichen, welches den Interpretant repräsentiert.⁵ Das Zeichen wird so zu einer Funktion, welche beliebig oft auf sich selbst angewandt werden kann, und dabei jedes mal eine Interpretation erzeugt, welche als Argument der nächsten Iteration dient.⁶ Diese Rekursivität bezeichnet Eco als “unendliche Semiose”⁷.

Ein Zeichen kann, in seiner Beziehung zum Objekt, in drei Typen gefächert werden:

Icon

Ein Icon ist ein Zeichen, welches Attribute des Objekts repräsentiert und somit durch Ähnlichkeit auf das Objekt verweist.

Beispiele: Diagramme, Landkarten, das Portrait eines Freundes, ...

Index

Ein Index ist ein Zeichen, welches kausal oder anderweitig mit dem Objekt verwandt ist.

Beispiele: Sterne, Feuersalarm, Rauch, ...

5 vgl. de Souza, 2005:41.

6 vgl. de Souza, 2005:42.

7 Eco 1972:77.

Symbol⁸

Symbole haben einen arbiträren Bezug zum Objekt, werden durch Konvention bestimmt und bedürfen der Interpretation um sie zu erschließen.

Beispiele: Farben an Wasserhähnen (Rot/Heiß - Blau/Kalt), Wochentage, Gefahr, ...

-

“Es hat [...] den Anschein, als sei die dreistellig relationale, prozeßhafte und rekursive Auffassung vom Zeichen, die ich aus Peirce‘ Schriften herauslese, für die Belange der Informatik und Software besonders geeignet.“⁹

8 vgl. De Saussure, 1931. S. 80. Auch Saussure nutzt den Begriff “Symbol” in seiner Definition des Zeichens. Jedoch unterscheidet sich seine Definition semantisch grundlegend von Peirce‘. Das Symbol ist für Saussure kein Zeichen, da es nie ganz beliebig ist: “Das Symbol der Gerechtigkeit, die Waage, könnte nicht durch irgend etwas anderes, z. B. einen Waagen, ersetzt werden.”

9 Nake, 2001:3.

2.2.3 Semiotische Maschine

Mit der Semiotischen Maschine ist der Computer gemeint. Die Argumentation, welche für diese Beziehung steht, lässt sich logisch ausdrücken:

Nadin geht davon aus, dass Berechnung (computation) eine Form von Wissen ist. Da zudem kein kognitiver Prozess bekannt ist, der nicht durch semiotische Prinzipien beschreibbar ist, ist die semiotische Natur des Computers eine Grundvoraussetzung für seine Funktion.¹

Was dies für das Zeichensystem der semiotischen Maschine bedeutet, fasst Nadin einige Jahre später zusammen:

“Der Kern der Funktion einer Semiotischen Maschine liegt nicht in physikalischen Prozessen, nicht dem Medium der Informationsübertragung und -speicherung, sondern in Information, Bedeutung und Beziehung.”²

Diese Auffassung über die Funktion von Computern ist grundlegend für die semiotische Perspektive auf MCI. Dem Computer einen semiotischen Kern zuzuschreiben bedarf jedoch der Differenzierung: Die Zeichen, auf dessen Basis

1 “Under the assumption that computation is knowledge pertinent to a new moment in the evolution of the species, and in the knowledge that there are no known cognitive processes whose underlying principle is not semiotic, it follows that the statement, “The computer is a semiotic machine,” does not need to be formally further pursued, since it is the necessary consequence of the condition of computation. ” (Mihai Nadin, 2007, *Semiotic Machine* S. 68)

2 Mihai Nadin, 2010, *Information and Semiotic Processes The Semiotics of Computation*, in *Cybernetics and Human Knowing*. Vol. 18 S. 172

die semiotische Maschine funktioniert, und die Zeichen mit denen sie in Verbindung mit ihrer Umwelt steht, sind nicht gleichzusetzen mit denen, die nach Peirce unseren Gedanken zugrundeliegen. “Computation”, also Rechnen, sowie Logik und Kausalität sind zwar Teile des menschlichen Denkprozesses, umfassen jedoch keinesfalls unser Vermögen zu urteilen und zu interpretieren. Ein Computer kann mit Wahrscheinlichkeit, jedoch nicht mit Ungewissheit rechnen, nicht zwischen Sinn und Unsinn unterscheiden.³

3 Nadin, 2011. S. 169

2.2.4 Algorithmisches Zeichen

Die Feststellung des Computers als semiotische Maschine bedarf somit eines Zeichenmodells für die Beschreibung von MCI, welches diese Differenzierung zulässt.

“[The algorithmic sign] is a sign between us and our computers.”¹

Frieder Nake definiert das algorithmische Zeichen so, dass es in dem Semiose-Verhältnis zwischen uns und dem Computer auftritt. Dabei wird das algorithmische Zeichen zweifach interpretiert - ein mal von uns und ein mal vom Computer.

Als Beispiel:

Der Bildschirm eines Computer stellt etwas dar. Wir deuten diese Lichterscheinung als “Schreibtisch”, und verstehen darunter ein Zeichensystem welches unserem Betriebssystem zugrunde liegt. Teil dieser Lichterscheinung ist eine Ansammlung von Pixeln, ein “Icon” welches innerhalb dieses Zeichensystems für eine Datei oder einen Ordner steht. Ist es unsere Intention das repräsentierte Objekt (die Datei) zu modifizieren, können wir dies anhand des Zeichensystems, welches das Zeichen umgibt, tun.

Während wir dabei mit einer Intention herangehen, folgt der Programmcode auf der anderen Seite nur Kausalitäten innerhalb eines Zeichensystems, welches vom Program-

1 Nake 2005:61.

mierer definiert worden ist und welchem wir mit unseren Kenntnissen über selbiges gegenüberstehen.

“Das algorithmische Zeichen ist also ein Zeichen, das durch einen gleichzeitigen Vorgang der Interpretation und Determination bestimmt wird. Dieser doppelte Vorgang führt zu einer Aufspaltung in mindestens einer der Dimensionen des triadischen Zeichens. Wir haben hier andeutungsweise eine erste solche Aufspaltung im Interpretant betrachtet: in einen intentionalen und einen kausalen Interpretant. Andere Differenzierungen (im Objekt oder Repräsentamen oder in mehreren gleichzeitig) bleiben vorbehalten.“²

Anders gesagt, können wir viele unterschiedliche Interpretationen zu dem Objekt “Datei” haben, und jeder von uns wird einen anderen Bezug zu dem Objekt herstellen. Doch die Beziehung, die durch den Programmcode das Objekt definiert, folgt immer den gleichen Kausalitäten, ist deterministisch. Sie wurde durch den Programmierer in einem Designprozess bestimmt, der seinerseits als ein auf Algorithmischen Zeichen basierendes Semiose-Verhältnis bezeichnet werden kann.

Wir können anhand dieser Definition zusammen mit unserem Beispiel das in Abbildung 4. folgende Diagramm des Algorithmischen Zeichens erstellen.

2 Nake, 2001. S. 5

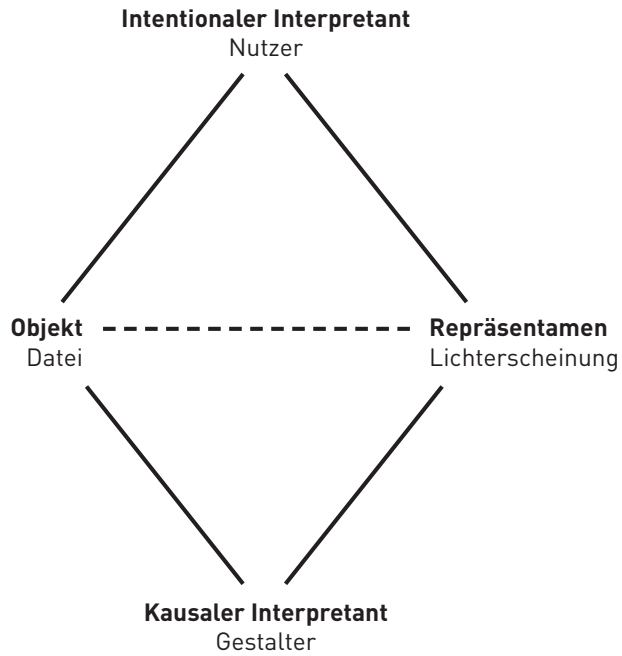


Abb. 4: Algorithmisches Zeichen

Die Nutzer sind den Repräsentamen der algorithmischen Zeichen ausgesetzt, und stellen durch Interaktion einen Bezug zu einem eventuell abwesenden Objekt her. Wird dieser Bezug hergestellt, vereinnahmen die Nutzer sich einen Teil der Relation, welche die Designer zwischen Repräsentamen und Objekt vorgesehen haben.

Es steht hier also ein Kanal für die Kommunikation zwischen den Nutzern und den Designern offen, in dem der Algorithmus die Stimme des Designers ist. Die Nutzer werden im Moment der Interaktion vom System direkt und/oder indirekt angesprochen, wobei hier die “sprechende” Instanz in den Designern des Systems zu sehen ist.

2.3 Metakommunikation

Den Austausch algorithmischer Zeichen, welcher durch den vorher beschriebenen Kanal stattfindet, bezeichnet De Souza als Metakommunikation. Sie fasst unter dem Begriff “Semiotic Engineering”¹ die Analyse dieses, durch Computer vermittelten, Kommunikationskanals zwischen Designern und Nutzern zusammen. Die darin auftretenden Artefakte sagen etwas über die Kommunikation selbst aus.²

Als Beispiel:

Ein Button als Teil eines Interfaces kommuniziert unabhängig davon was die Beschriftung ist, dass etwas passieren wird wenn der Button geklickt wird. Angenommen selbiger Button ist ausgegraut, kommuniziert dies, dass eine Aktion zwar potentiell von den Designern vorgesehen ist, aber aus irgendwelchen Gründen nicht möglich ist. Teil der Nachricht, die in diesem Zuge kommuniziert wird, kann in sein warum die entsprechende Aktion nicht möglich ist und was weitergehend passieren muss um die Aktion durchführen zu können.

Kern dieser Artefakte der Metakommunikation ist dabei immer eine Nachricht, welche von den Designern an die

1 De Souza, 2005.

2 “Metacommunication artifacts communicate a message about communication itself.” De Souza, 2005:24.

Nutzer verfasst wird und von den Nutzern in dem Moment der Interaktion mit der Software entfaltet wird. De Souza formuliert den Inhalt dieser Nachricht folgendermaßen:

“Here is my understanding of who you are, what I’ve learned you want or need to do, in which preferred ways, and why. This is the system that I have therefore designed for you, and this is the way you can or should use it in order to fulfill a range of purposes that fall within this vision.”³

In anderen Worten enthält die Nachricht von Metakommunikationsartefakten nach de Souza die Vision der Designer über die Identitäten, Bedürfnisse und Vorlieben der Nutzer, und soll erklären wie die Nutzer das aufgrund der Vision gestaltete System nutzen kann, muss oder sollte um in der Vision definierte Ziele zu erreichen.

Der Prozess der Metakommunikation zwischen Nutzern und Designern lässt sich nach De Souza in ein evolutionäres Schema mit vier Stufen zusammenfassen:

1. Designer untersuchen Nutzer, ihr Verhalten und ihre Umgebung;
2. Designer drücken ihre Ansicht darüber, wie das Verhalten und die Umgebung der Nutzer sich verändern kann oder soll (auf Grund der Wünsche der Nutzer), in Form von Technologie aus;
3. Nutzer entfalten die Nachricht der Designer

3 De Souza, 2005:25.

durch Interaktion mit dem System;

4. Nutzer ergründen die Nachricht der Designer in vollem Umfang und verhalten sich entsprechend.⁴

Dieses Schema beschreibt einen strebenden Zustand:

- Zum Einen ist es in der Realität selten, dass Nutzer wirklich in vollem Umfang die Nachricht des Designers ergründen und somit den letzten, vierten Schritt erreichen. Dies liegt jedoch nicht an den Nutzern, sondern meist an der Vision selbst oder an der Ausdrucksweise, welche die Designer gewählt haben (Schritt 1./2.). Daher finden Nutzer oft Mittel und Wege das von den Designern entworfene System anders als vorgesehen zu benutzen. Dadurch wird die ursprüngliche Vision verfremdet, woraufhin die Designer das Zeichensystem anpassen müssen.

Beispiel - Twitter:

Twitter ist ein Soziales Netzwerk, welches 2006 das Licht der Welt erblickt hat.

Es gibt den Nutzern die Möglichkeit kurze Nachrichten (maximal 140 Zeichen) zu verfassen und sie mit einer Gruppe zu teilen. Ein Jahr nach Veröffentlichung der Plattform kam ein Nutzer mit dem Namen Chris Messina auf die Idee Schlüsselbegriffe in Beiträgen durch vorgestelltes Sonderzeichen zu kennzeichnen, um es zu vereinfachen Beiträge

4 De Souza, 2005:24/25.

von vielen verschiedenen Nutzern zu kategorisieren.⁵ Einige Monate später passte Twitter den Dienst an um das neue Zeichen in das bestehende System voll einzubinden, und veränderte damit die Vision, die ursprünglich hinter dem Produkt stand.

- Zum Anderen findet sowohl auf der Seite der Nutzer als auch auf der Seite der Designer ein Prozess der Interpretation der Zeichen auf der Oberfläche des Computers statt, der dazu führt, dass sich die Bedeutung der Zeichen wandeln kann, soll und sogar muss.⁶ Eine eindeutige Bedeutung des Zeichens existiert nicht, da die wiederholte Betrachtung und Interpretation von Zeichen zwangsläufig Veränderungen des Interpretanten mit sich bringt. Lediglich der kausale Interpretant, die algorithmische Repräsentation des Zeichens im Computer, bleibt unverändert. Daher bedarf es immerzu des Abgleiches zwischen intentionaler und implementierter Bedeutung.

Die Gestaltung von Zeichen, welche eine konvergierende Semiose auf die implementierte Bedeutung hervorrufen, ist eines der Ziele von MCI aus der Perspektive des Semiotic Engineering.

Um ein solches Zeichen als Metakommunikations-Artefakt zu beschreiben müssen die folgenden sechs Elemente definiert werden⁷:

5 Scott, Kate. "The pragmatics of hashtags: Inference and conversational style on Twitter." *Journal of Pragmatics* 81 (2015): 8-20.

6 De Souza, 2005:85f.

7 De Souza, 2005:88.

Sender - Wer ist der Sender des Zeichens?

Bestimmt die Elemente des Sender-Kontextes, die für die Metakommunikation von Nutzen sind;

Empfänger - Wer ist der Empfänger des Zeichens?

Lädt den Nutzer als Kommunikationspartner ein;

Kontext - Was ist der Kontext der Kommunikation?

Bestimmt die Elemente des Empfänger-Kontextes, die in die Metakommunikation mit einbezogen werden müssen.

Kanal - Welche Kanäle werden für die Kommunikation genutzt?

Code - Welche Codes werden für die Kommunikation genutzt?

Nachricht - Was ist die Nachricht?

Mit diesen Elementen lässt sich ein HCI-Design Raum im Moment der Interaktion zwischen Nutzer und Computer beschreiben. (Abb. 5)

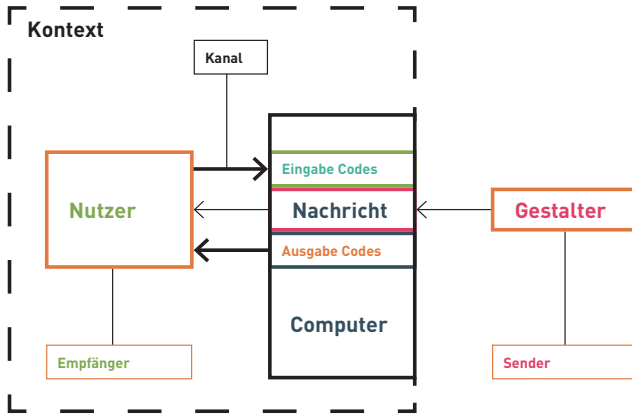


Abb. 5 Eine Ontologie des Raumes für HCI-Design aus der Semiotic Engineering Perspektive

In dem hier beschriebenen kommunikativen Prozess veräußert der Sender (Designer) eine Intention in Form einer Nachricht, und die Nutzer sind Empfänger dieser Nachricht. Der Kontext bietet eine Referenz für die Nachricht, und umfasst alles, was Einfluss auf die Semiose zwischen Sender und Empfänger der Nachricht hat. Der Code ist das Zeichensystem in dem die Nachricht codiert ist bevor sie über einen Kanal an den Empfänger vermittelt werden kann.

Der Computer ist hier das Medium für die Metakommunikation und kann somit als Vermittler der Kommunikation zwischen Designern und Nutzern bezeichnet. Die Nutzer kommunizieren dabei durch ihre Eingaben auf einer niedrigeren Ebene der Abstraktion mit dem Computer, während zugleich auf einer höheren Ebene die Kommu-

nikation der Nachricht von den Designern an die Nutzer stattfindet. Teil des Gesamtkontextes dieser beider Kommunikationsebenen soll dabei stets in den Designer-Nutzer Nachrichten codiert sein, sodass die Nachrichten zur Interpretation und Generierung von Zeichen in der Nutzer-System Kommunikation beitragen können.⁸

⁸ De Souza, 2005:88.

3. Designer's Deputy

Der Designer's Deputy¹ ist ein Interface Agent zur Unterstützung der Metakommunikation, welcher die Aufgabe hat die gesamte Vision der Designer an die Nutzer zu vermitteln.

Das Konzept eines Stellvertreters für die Designer dient zum definieren einer klaren Position der vorher beschriebenen Nachricht gegenüber den Nutzern im Moment der MCI. Dabei kann unterschieden werden zwischen der Darstellung des Agenten als Objekt, sowie einer anthropomorphen Darstellung des Agenten. Der Interface Agent als Ding kann beispielsweise ein Werkzeug,² wie ein Suchen-Feld innerhalb einer Software sein, welches den Nutzern Vorschläge zur Vervollständigung des Suchbegriffes bietet. Ein anthropomorpher Agent dagegen appelliert direkt an den Nutzer und ist meist als Persona konstruiert, die den Nutzer mit "Du/Sie" anspricht und von sich in der ersten Person spricht.

1 "Designer's Deputy" - De Souza, 2005:89ff.

2 De Souza, 2005:90.

4. Beispiele

Office Assistant - Clippy von Microsoft

Clippy¹ oder Clippit ist einer von einer Reihe von Microsoft Anfang der 90er entwickelter Interface Agenten. Clippy sollte den Nutzern von von Microsoft Windows durch interaktive Menüs bei der Benutzung von Microsoft Office zur Seite stehen. Der Office Assistant gab Vorschläge aufgrund von eingegebenem Text und erlaubte es Nutzern auch einzugeben was sie zu tun Versuchen um daraufhin durch einen von den Designern der Software definierten Prozess geführt zu werden. Office Assistant war Microsofts Interpretation eines MCI-Ansatzes mit dem Namen Social Interfaces², dessen Ziel es war die Schnittstelle zwischen Mensch und Computer zu sozialisieren. Neben Hilfestellungen und Wizards sollte dieser Interface Agent durch reiche Animationen, Witze und die persönliche Ansprache der Nutzer zu einem positiveren Nutzer-Erlebnis führen. Nutzer empfinden Clippy jedoch meist eher als ablenkend, da der Agent immer wieder auftauchte und zu jeder möglichen Gelegenheit Hilfe anbot oder Vorschläge gab und zur Eingabe aufforderte, was viele von ihrer Arbeit abhielt.

1 <http://www.technologizer.com/2010/03/29/microsoft-bob/>

2 Skelly, Tim, et al. "Seductive interfaces: Satisfying a mass audience." Conference Companion on Human Factors in Computing Systems. ACM, 1994.

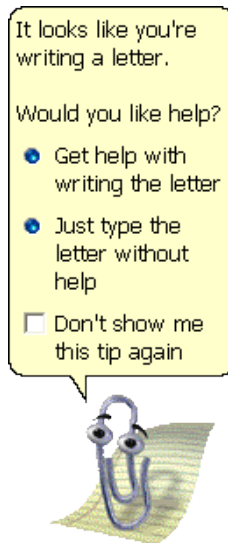


Abb. 6 Microsoft Office Assistant - Clippy. Ein anthropomorpher Interface Agent.

Siri von Apple

Siri ist ein 2011 von Apple eingeführter, anthropomorpher Interface Agent, welcher als Assistent für die Interaktion mit Apples Smartphones entwickelt worden ist. Die Funktionalität soll darin liegen, dass Siri als persönlicher Assistent des Nutzers die Bedienung des Smartphones ohne Augenkontakt ermöglichen soll. Auch Siri hat eine soziale Funktion und soll ein persönliches Erlebnis des Nutzers mit der Technologie ermöglichen.

Neben einer Reihe von Kommandos, die dafür genutzt werden können um Termine in den Kalender einzutragen, Nachrichten zu verschicken, nach Orten zu suchen etc., antwortet Siri auch auf Fragen wie “Wie geht es dir?” oder “Kannst du mir einen Witz erzählen?” in natürlicher Sprache. Hat Siri ein Ergebnis für die Anfrage gefunden, wird es auf dem Bildschirm dargestellt und in Form von synthetisierter Sprache ausgegeben.

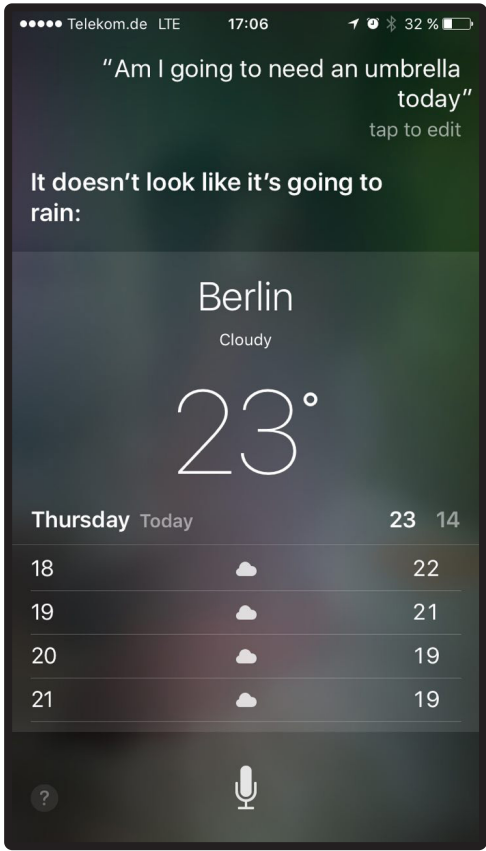


Abb. 7 Screenshot von Apple Siri

Now von Google

Google Now ist ein 2012 von Google veröffentlichter Interface Agent für Android und Chrome, der im Vergleich zu den zwei vorigen Beispielen eher mit einem Werkzeug als einer Persona verglichen werden kann. Neben Suchanfragen und Befehlen in natürlicher Sprache ermöglicht Google Now auch Eingaben in Klartext. Antworten auf Suchanfragen werden durch die semantische Suchfunktion von Google Search generiert, womit beispielsweise die Antwort auf die Frage “Brauche ich heute einen Regenschirm?” eine entsprechende Sprachantwort synthetisiert wird sowie eine “Google Now Card” angezeigt wird dessen Inhalte sich durch weitere Interaktion erkunden lassen.

Google Now Cards machen einen Großteil der Funktionalität des Interface Agenten von Google aus, da anhand von Kalendereinträgen, E-Mails, vorigen Anfragen und anderen Informationen über den Nutzer eine ständig wechselnde Ansicht mit einer Sammlung von Google Now Cards mit wahrscheinlicher Relevanz generiert wird. Hat man beispielsweise einen Flug gebucht und bekam eine Buchungsbestätigung per E-Mail, so wird automatisch einige Tage vor Abflug eine Google Now Card angezeigt, welche Informationen zum Flug und einen Link zu Check-In enthält. Google Now erlaubt es zudem neben Text und Sprache auch alles, was auf dem Bildschirm eines Smartphones dargestellt werden kann als Ausgangspunkt für Suchen, Notizen, Erinnerungen und Nachrichten zu verwenden.

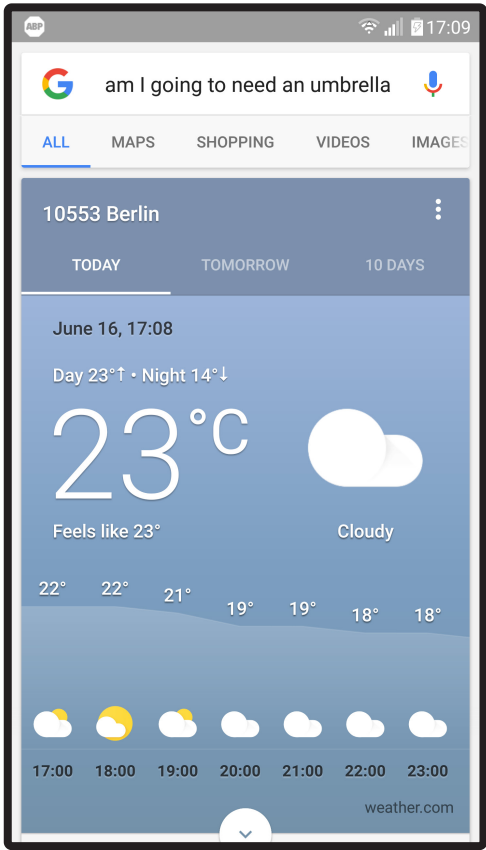


Abb. 7 Screenshot von Google Now

Hound von SoundHound

Hound wurde 2015 von der Firma SoundHound vorgestellt und ist ein Interface Agent in Form von einer Applikation für Smartphones. SoundHound ist ein Unternehmen, dessen erstes Produkt ein Dienst für Musikererkennung war, welcher Titel sowohl von abgespielten Quellen als auch gesungene Melodien erkennen kann. Anfragen können in Hound sowohl durch Klartext als auch über natürliche Sprache eingegeben werden. Wird ein Ergebnis gefunden, wird es durch Stimmsynthese sowie je nach Ergebnis in einer interaktiven Darstellung ausgegeben. Hound erlaubt es das Ergebnis nun als Ausgangspunkt für weitere Anfragen zu nehmen und so einen Dialog mit dem System einzugehen, wie beispielsweise in Abbildung 8 zu sehen ist.

Ähnlich zu Siri haben die Designer von Hound humorvolle Antworten auf Fragen nach der Persönlichkeit des Interface Agenten eingebunden. Weiterhin bietet Hound auch eine Reihe von sprachgesteuerten Mini-Spielen (Galgenmännchen, Blackjack, etc.) an, deren Spielmechanik auf dem Dialog zwischen Nutzer und Agent fußt.

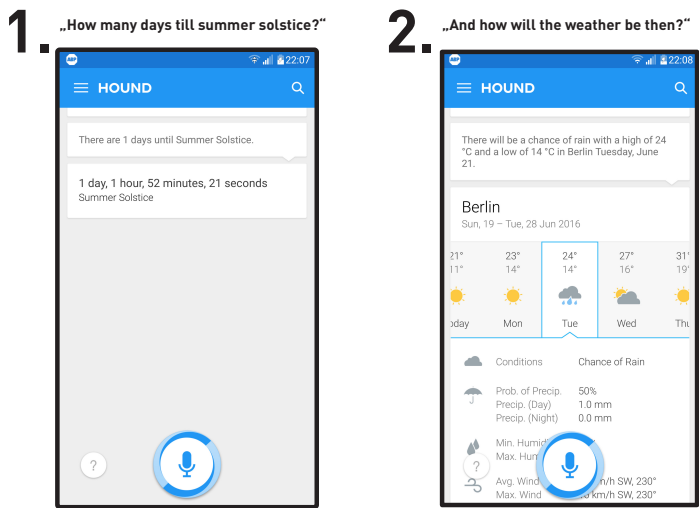


Abb. 8 Screenshots von Hound. Das Ergebnis der ersten Anfrage liegt dem der zweiten zugrunde.

5. Analysis

Die vier beschriebenen Interface Agenten sind alles Beispiele für Anwendungen zielgerichteter Künstlicher Intelligenz, welche dafür gestaltet worden sind Nutzern komplexer algorithmischer Systeme dabei zu helfen ihre Wünsche und Bedürfnisse zu befriedigen. Zwischen der Veröffentlichung von Clippy und Hound liegen etwa 20 Jahre. Es ist klar, dass die zur Verfügung stehende Technologie zur Entwicklung solcher Systeme heute viel weiter ist: Ein durchschnittliches Smartphone hat ein Vielfaches der Rechenleistung eines vollwertigen Computers aus den '90ern, und das Internet erlaubt es heutzutage Millionen von Endgeräten untereinander zu verbinden und den Zugriff auf riesige zentralisierte Datensätze und Rechenzentren von überall aus zu ermöglichen. Die Ergebnisse dieser Möglichkeiten sind auf einer Vielzahl von Ebenen zu erkennen. Die vorgestellten Beispiele zeigen somit sowohl unzählige Unterschiede, aber auch Ähnlichkeiten auf, welche eine Entwicklung aufzeigen die dazu aufrufen die kommunikative Effizienz gewesener und bestehender Gestaltungsmittel für Interface Agenten zu beschreiben und zu hinterfragen.

Alle vier Interface Agenten sagen etwas darüber aus wie die Designer der Agenten sich die Interaktion zwischen Nutzern und System vorstellen, denn alles was sich mit Hilfe der Agenten tun lässt, kann auch durch anderweitige Interaktion mit den Systemen bewerkstelligt werden. Der Interface Agent definiert lediglich die Codes und die Kanäle über die

diese Interaktion stattfindet. In anderen Worten sollen die Interface Agenten die den Nutzern zur Verfügung stehenden Zeichensysteme in einen Code übersetzen der eine stärkere Ausdruckskraft hat als die Systeme für sich allein. Im Falle Clippy besteht ein großer Teil des Codes, der die Nutzer zum Verständnis des Zeichensystems bringen soll, aus rein visuellen Zeichen welche etwas über den Kontext der Benutzung aussagen sollen. Beispiele dafür sind die grafische Darstellung und Animation des Assistenten, jedoch ist auch die oft verspielte und sehr persönliche Wortwahl, die von den Designern gewählt worden ist, ein Teil dieses Codes. Während Clippy langfristig keine Akzeptanz bei Nutzern fand, sind viele der Konzepte, die Microsoft einst in die Gestaltung hat einfließen lassen auch in modernen Interface Agenten auffindbar. Apple haben großen Wert darauf gelegt Siri eine kohärente Persönlichkeit zu geben die zwar visuell unsichtbar ist, sich jedoch in jeder Darstellung von Antworten und Ergebnissen des Agenten widerspiegelt. In dieser Persönlichkeit zeigt sich eine Reflexion der Designer und ihres Kontexts, sowie der ästhetischen Vision, welche Apple stets in die Gestaltung ihrer Produkte mit einfließen lassen. Im Vergleich zeigt sich Google Now eher als Maschine, welche Anweisungen folgt und Informationen darstellt. Die Frage "Wie viel ist 2 mal 3?" oder "Wie ist das Wetter?" stellt verglichen mit einer Frage wie "Wer bist du?" vollkommen andere Anforderungen an den Interface Agenten. Eine ideale künstliche Intelligenz würde die Ergebnisse beider Fragen mit der gleichen Funktion berechnen. Heutige Implementierungen intelligenter Interface Agenten trennen hier jedoch, und so bedarf es für die Implementierung einer Persönlichkeit einer Liste von vorprogrammierten Antwort-

ten auf Fragen, die eine Maschine (noch?) nicht beantworten kann. Erzählen Siri oder Hound also einen Witz, ist dies nicht der Humor des Interface Agenten sondern der Humor eines Texters, der gemeinsam mit einem Team an Designern die Illusion einer Persönlichkeit schafft, die der Interface Agent repräsentieren soll.

6. Fazit

Hier befindet sich die Parallele, die sich von Clippy zu modernen anthropomorphen Interface Agenten wie Siri oder Hound ziehen lässt. Die Persönlichkeit von Clippy findet Ausdruck in den Grafiken und Animationen des Interface Agenten, die von Designern vorgefertigt worden sind. Die Persönlichkeit moderner Interface Agenten ist in statischen, vorgefertigten Phrasen begründet.

Die Designer von Google Now verzichten vermutlich nicht ohne Grund auf die Implementierung solcher Anthropomorphen Funktionen, da sie nicht zu dem Konzept einer zielgerichteten Künstlichen Intelligenz passen: Eine Datenbank mit Witzen ist weder im Vergleich mit einer theoretischen, perfekten Intelligenz, noch mit der Intelligenz eines Menschen vergleichbar. Nutzern wird so dort eine Semiose mit dem Interface Agenten suggeriert, wo eigentlich “nur” eine Nachricht von den Designern steht. Eine reale Persönlichkeit verändert sich aufgrund von Situationen und Interaktionen, bezieht den Kontext der Semiose mit ein, und wo heute nur eine Reflexion des Kontexts der Designer steht muss in Zukunft auch die Reflexion des Kontexts der Nutzer stehen.

7. Quellen

7.1 Literatur

- [1] Grudin, Jonathan. „AI and HCI: Two fields divided by a common focus.“ *AI Magazine* 30.4 (2009): 48.
- [2] De Gryter, Walter. „Semiotik. Ein Handbuch zu den zeichentheoretischen Grundlagen von Natur und Kultur.“ (2003).
- [3] Licklider, Joseph CR. „Man-computer symbiosis.“ *IRE transactions on human factors in electronics* 1 (1960): 4-11.
- [4] Nadin, Mihai. „Information and Semiotic Processes The Semiotics of Computation.“ *Cybernetics & Human Knowing* 18.1-2 (2011): 153-175.
- [5] Nadin, Mihai. „Semiotic machine.“ *Public Journal of Semiotics* 1.1 (2007): 57-75.
- [6] Nake, Frieder. „Das algorithmische Zeichen.“ *GI Jahrestagung* (2). 2001.
- [7] Nake, Frieder, and Susanne Grabowski. „Human-computer interaction viewed as pseudo-communication.“ *Knowledge-Based Systems* 14.8 (2001): 441-447.
- [8] Peirce, Charles Sanders. *Collected papers of charles sanders peirce*. Vol. 5. Harvard University Press, 1974.
- [9] De Saussure, Ferdinand. *Grundfragen der allgemeinen Sprachwissenschaft*. Walter de Gruyter, 1931.
- [10] De Souza, Clarisse Sieckenius. *The semiotic engineering of human-computer interaction*. MIT press, 2005.

7.2 Abbildungen

- [Abb. 1] Eigene Darstellung.
- [Abb. 2] De Saussure, Ferdinand. Grundfragen der allgemeinen Sprachwissenschaft. Walter de Gruyter, 1931. S. 78
- [Abb. 3] De Saussure, Ferdinand. Grundfragen der allgemeinen Sprachwissenschaft. Walter de Gruyter, 1931. S.137
- [Abb. 4] Eigene Darstellung nach Nake, Frieder. „Das algorithmische Zeichen.“ GI Jahrestagung (2). 2001.
- [Abb. 5] Eigene Darstellung nach De Souza, Clarisse Sieckenius. The semiotic engineering of human-computer interaction. MIT press, 2005. S.88
- [Abb. 6] Screenshot von Microsoft Office Assistant XP
- [Abb. 7] Screenshot von Apple Siri
- [Abb. 8] Screenshot von Google Now
- [Abb. 9] Screenshot von SoundHound Hound

7.3 Internetquellen

- [1] Hewett, Baecker, Card, Carey, Gasen, Mantei, Perlman, Strong, Verplank, ACM SIGCHI Curricula for Human-Computer Interaction. Last updated: 2009-07-29. <http://old.sigchi.org/cdg/cdg2.html>
- [2] <http://www.technologizer.com/2010/03/29/microsoft-bob/>