

Seminar „Ausgewählte Themen adaptiver Systeme“
SoSe 2011

Erzeugung sozialer Modelle

Marc Pohl
marc_pohl@hotmail.com

Inhalt

1. Einleitung
2. Phänomene und Experimente (Kausalmodell)
 - 2.1.1. Vortäuschen
 - 2.1.2. Befähigende Bedingungen
- 2.2. Lernen durch Aussagen (Markov Zufallsfelder)
 - 2.2.1. Rot/Grün-Experiment
 - 2.2.2. Der Heiligenscheineffekt
- 2.3. Nachahmung und kausale Verallgemeinerung (Rationalmodell der Kategorisierung)
 - 2.3.1. Experimente
 - 2.3.2. Ein Modellansatz und Auswertung
3. Fazit
4. Literaturreferenzen

1. Einleitung

David M. Sobel, David W. Buchanan, Jesse Butterfield und Odest Chadwicke Jenkins beschäftigen sich in ihrem Essay „Interactions between causal models, theories, and social cognitive development“ mit der Möglichkeit (Lern-)Verhalten von Menschen durch ein Kausalmodell (sie verweisen hier auf Waldmann) zu modellieren und stellen an Hand mehrere Beispiele seine Anwendbarkeit dar. Ihr Ziel ist es, mit Hilfe eines computergestützten Systems (computational Framework) neue testbare Hypothesen zu gewinnen, da sie die Ansicht vertreten, dass diese interdisziplinäre Verknüpfung „viel Gutes hervorbringen kann“. Aus Informatikersicht ist gerade das Generieren von neuen Hypothesen und Modellen sehr interessant, da diese uns bei der Entwicklung von adaptiven Systemen wie zum Beispiel Robotern zu Gute kommen.

2. Phänomene und Experimente

Ein Phänomen, welches Forscher, die sich auf kognitive Entwicklung spezialisiert haben, immer wieder beschäftigt, ist, was Kinder über das Vortäuschen/Vorgeben jemand oder etwas anderes zu sein wissen. Genauer gesagt ab wann Kinder verstehen dass jemand etwas nur vorgibt und was für dieses Verständnis notwendig ist. Die Anforderungen für das Verständnis der Vortäuschens sind nach Ansicht der Forscher Darstellungsfähigkeit und das Verständnis von Falschannahmen. Interessanterweise verstehen Kinder bereits vor ihrem dritten Geburtstag die Grundzüge des Vorgebens, allerdings das Konzept falscher Annahmen erst etwa um den vierten Geburtstag. Für diese Abweichung gibt es zwei Erklärungsansätze. Die erste Theorie besagt, dass Kinder wesentlich früher den darstellenden Aspekt verstehen als den analogen der falschen Annahmen, dies ist aber in soweit zu berichtigen, dass Blickverfolgungsexperimente mit 3-jährigen Kindern anzeigen, dass sie das Verständnis für das Konzept der Falschannahmen besitzen, sich aber nicht korrekt ausdrücken können. Die zweite Theorie besagt, dass es zwischen dem Verständnis von Vortäuschen und den späteren Darstellungsfähigkeiten eines Kindes keinen Zusammenhang gibt. Das von Lillard angeführte Argument ist, dass Kinder Vorgeben als „verhalten als ob...“ verstünden, also nur das Verhalten betrachten, aber nicht die einhergehenden Denkprozesse.

2.1.1. Vortäuschen

Die vorangegangene Überlegung lässt sich am Beispiel des Experimentes „Moe der Troll“ nachvollziehen. Den Kindern wird Moe der Troll bekannt gemacht, der im fiktiven Land der Trolle lebt. Dort gibt es keine Kängurus und Moe hat auch keine Ahnung, was ein Känguru ist, jedoch verhält er sich wie eines. Dieselben Kinder, die nachweislich Falschannahmen erkennen können, urteilen hier falsch, nämlich allein an Hand Moes Verhaltensweise, dass er vorgibt, ein Känguru zu sein. Im Alter von 7 bis 8 Jahren stellt sich hier der Erfolg ein, was nahelegt, dass ab dann Vorgeben als mentaler Zustand begriffen wird, der mit anderen mentalen Zuständen zusammen- oder auch von ihnen abhängt. Eine Möglichkeit, die Theorien zu vereinigen, ist ein Kausalmodell. Beispielsweise sehen wir, dass jemand vorgibt, jemand anderes zu sein, und können uns fragen, *warum* er dies tut. Wir kommen darauf, dass er eine Intention haben muss, welche das Verhalten *generiert*. Allerdings reicht eine Intention allein nicht aus, da die *Kenntnis der darzustellenden Entität* benötigt wird, um sie überhaupt darzustellen zu können, also eine *befähigende Bedingung*. Wenn wir das nun zurück auf das eben genannte Moe-beispiel übertragen, können wir die Annahme treffen, dass die Kinder womöglichen den generierenden Zusammenhang verstehen, aber nicht den befähigenden. Dies führt dann zu den falschen Schlussfolgerungen.

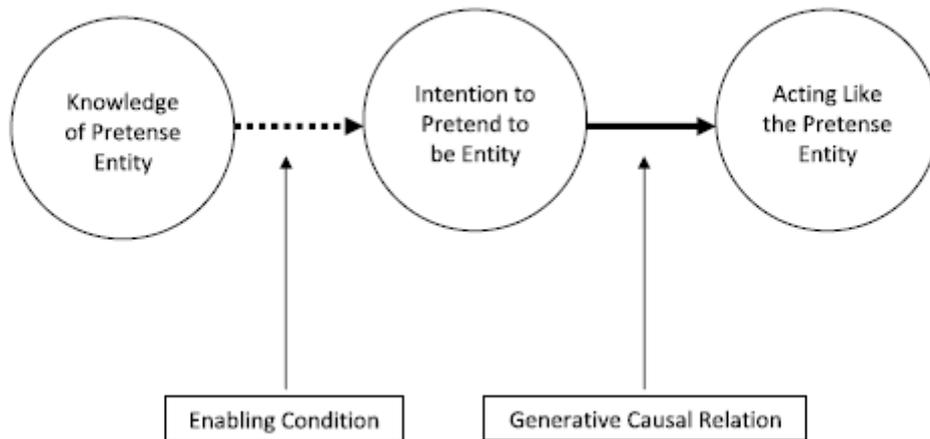


Abbildung 1: schematische Darstellung der notwendigen Komponenten zum Vortäuschen

2.1.2. Befähigende Bedingungen

Es schließt sich die Frage an, was Kinder in verschiedenem Alter über befähigende Bedingungen wissen. Dazu ein weiteres Experiment. Den Kindern wird eine Maschine gezeigt, die auf Holzklötze einer von zwei Kategorien reagiert, aber nur, wenn das in den Holzklötzen eingeschlossene Stück Plastik gelb ist. Eine weitere Apparatur wechselt die Farbe des Plastikstücks. Nachdem die Funktionsweise der Maschinen demonstriert wurde und somit Zugehörigkeit des Holzklötzes zu Kategorie 1 als notwendige und zusätzlich die gelbe Farbe des Plastiks als hinreichende Bedingung gezeigt wurde, sollen die Kinder nun die Maschine aktivieren. Ihnen stehen dazu 2 neue Holzklötze - einer pro Kategorie - mit weißem Plastikstück zur Verfügung. Hier zeigt sich, dass 6-jährige in der Regel direkt die Lösung umsetzen, während 4-jährige zu gleichen Teilen den Klotz der Kategorie 1 wie den der Kategorie 2 in Farbwechselapparatur stecken. Die Vermutung hält sich also, dass 4-jährige die befähigenden Bedingungen noch nicht verstehen. Allerdings gibt es Zusammenhänge, in denen 4-jährige bereits befähigende Bedingungen kennen, nämlich technische Gerätschaften und Batterien, da sie das Wort oft in alltäglichen Gesprächen hören wie auch selbst hervorbringen. Wird das soeben geschilderte Experiment mit den Bezeichnung „Batterien“ für die aktivierenden gelben Plastikstücke verwendet, so ist zu beobachten, dass hier auch die 4-jährigen dieselben Ergebnisse wie die 6-jährigen vorher produzieren, bei der Bezeichnung 'Innereien' sich aber keine Verbesserung einstellt. Im Übrigen stellte sich auch beim Moe-experiment eine Verbesserung ein, wenn man Batterien ins Spiel brachte.



Abbildung 2: Moepuppe mit Batterie in ihrem Rucksack

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass Kinder schon sehr früh Vortäuschung verstehen, aber sich ein explizites Verständnis der bedingenden mentalen Zustände scheinbar erst später entwickelt.

2.2. Lernen durch Aussagen

In einigen Bereichen sind Kinder auf das Lernen durch Aussagen anderer angewiesen, nämlich genau dann, wenn sie entweder keine direkten wahrnehmenden Erfahrungen mit dem Gegenstand haben können (Bakterien) oder es sich um Dinge handelt, die nur indirekt wahrnehmbar sind, wie beispielsweise Überzeugungen oder magische Wesen (der Weihnachtsmann). Nichtsdestotrotz berufen sie sich in Erklärungen gerne darauf. Und ein besonderer Fall ist das Lernen der Bedeutung von Worten, welches dadurch erfolgt, dass andere Menschen als Wissensquellen anerkannt und in zuverlässige und unzuverlässige Quellen unterschieden werden. Mit 3 Jahren etwa ziehen Kinder Rückschlüsse aus der Zuverlässigkeit eines Sprecher bezüglich der Bezeichnung von für sie neue Gegenstände. Hierzu ein Experiment: den Versuchskindern wurde ein zuverlässiger (Z) und ein unzuverlässiger (U) Sprecher bekanntgemacht. Der zuverlässige Sprecher gibt Dingen dieselben Bezeichnungen wie das Kind, der unzuverlässige Dinge mit Bezeichnungen versah, von denen das Kind wusste, dass sie zu anderen Dingen gehörten. Die Kinder wurden nun gefragt, welchem der beiden Sprecher sie bei der Bezeichnung von für sie neue Objekte vertrauten, wobei von beiden Sprechern unterschiedliche Namen verwendet wurden. Z vertrauten sie deutlich häufiger und folgerten außerdem, dass ein präziser Bezeichner wie Z auch den Verwendungszweck von Objekten eher kennen würde, als ein ungenauer wie U. Modellieren lässt sich das durch paarweise Markov Zufallsfelder, das heißt einen ungerichteten Graphen, in dem die Knoten beobachtete oder versteckte Variablen repräsentieren mit den Kanten als Interaktionen dazwischen. Agenten, d.h. Entitäten die wahrnehmen und reagieren können, werden durch zwei Knoten, einen für die Wahrnehmung (P) und einen für die Überzeugungen und intentionalen Zustände (B) repräsentiert, wobei der Index angibt, um welchen Agenten es sich handelt. Überzeugungen sind für das Verhalten und die Rückschlüsse aus dem Verhalten anderer verantwortlich. Ein Agent - wie in unserem Beispiel das Kind - schließt die Überzeugungen anderer aus seinen eigenen und der Kommunikation mit den anderen Agenten. Die Überzeugungszustände eines jeden Agenten hängen von seinen Wahrnehmungen ab und wird durch eine ungerichtete Kante repräsentiert, die beide Knoten verbindet. Diese Verbindung wird durch eine Funktion bestimmt, die festlegt, was die Überzeugungszustände eines Agenten sein sollten unter dem, was er wahrnimmt. In anderen Worten: die resultierende Verteilung von B_i bei festem P_i ist, was die Überzeugungszustände des Agenten wären, wenn sie die Kommunikation mit anderen Agenten nicht berücksichtigen würden. Kommunikation zwischen den Agenten sind ungerichtete Kanten zwischen den

Überzeugungsknoten der Agenten, welche durch eine Kompatibilitätsfunktion bestimmt wird. Dementsprechend sind zu jeder Zeit die Handlungen eines Agenten eine Funktion der lokalen Aussagen die sie wahrnehmen und ihrer Kommunikation mit anderen Agenten. Über die Zeit lernt ein Agent eine Kompatibilitätsfunktion mit jedem anderen Agenten, basierend auf seinen Überzeugungen und der Kommunikation, die mit dem anderen Agenten erfolgt ist.

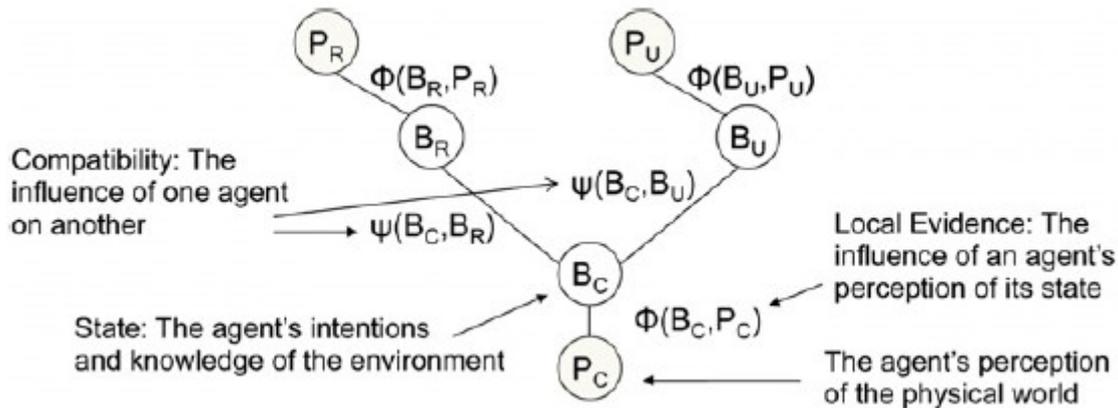


Abbildung 3: ein Markov-Zufallsfeldergraph passend zum Textbeispiel

Dieses Grundgerüst kann als Modell für die Rückschlüsse mit dem zuverlässigen und unzuverlässigen Sprecher genutzt werden. Man beachte hierbei, dass sich zwangsläufig unterschiedliche Kompatibilitätsfunktionen zwischen dem Kind und den beiden Testpersonen ausbilden, wenn die Bekanntmachungsphase durchlaufen wird. Wenn das Kind nun gefragt wird, welche Bezeichnung für ein neues Objekt es für wahrscheinlicher hält, läuft folgender Prozess ab: da das Kind nicht weiß, welche Bezeichnung richtig ist, haben für das Kind alle möglichen Bezeichnung vorerst die gleiche Wahrscheinlichkeit. Nun überprüft es aber die Kompatibilitätsfunktionen mit Z und U, wobei diese für Z höher ausfällt, da auch bisher mehr Gemeinsamkeiten beobachtet wurden. Schließlich passt das Kind seinen Überzeugungszustand an, wodurch das Kind der Bezeichnung die Z dem Objekt geben würde ebenfalls mehr Gewicht einräumt.

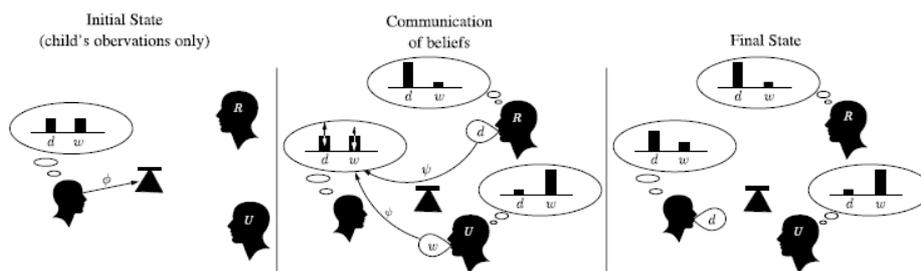


Abbildung 4: Ablauf des Bewertungsprozesses des Kindes

Wie gezeigt wurde, kann diese Modell also das Lernen von neuen Bezeichnungen qualitativ darstellen.

Es bleibt jedoch die Frage offen, wie die Kompatibilitätsfunktionen genau definiert werden. Zwei Faktoren wurden bereits von Butterfield et al. (2009) beschrieben: hohe Wahrscheinlichkeit, dass die von der Testperson generierte Bezeichnung mit der des Kindes übereinstimmte und das Selbstvertrauen, mit der eine Bezeichnung hervorgebracht wurde. Letzteres erklärt warum Kinder sich neue Bezeichnungen besser merken können, wenn sie ihnen mit einem Ausdruck von Sicherheit beigebracht werden als wenn sie mit einem Ausdruck von Unsicherheit beigebracht

werden. Außerdem wurden zwei Annahmen getätigt: alle Agenten haben dieselbe Grundverlässlichkeit und Information ist immer relevant für das vorliegende Problem. Allerdings ist es strittig, ob die erste Annahme für Kinder zutrifft, da Experimente zeigten, dass Kinder Erwachsenen mehr vertrauen als anderen Kindern und ihnen bekannte Personen sachkundiger einschätzen als Unbekannte. Ferner ziehen sie das Urteil von Personen, die noch nie bekannte Gegenstände bezeichnet haben, dem Urteil von Personen vor, von denen sie wissen, dass sie bekannte Gegenstände bisher nur ungenau bezeichneten. Viel wichtiger aber ist, dass das Markov Zufallsfeldermodell (MZF) Vorhersagen über die Relevanz von Informationen treffen kann, die eine Testperson dem Kind mitteilt. Wenn nun ein Agent (hier: das Kind) Information mitgeteilt bekommt, so hat er eine Darstellung seines Überzeugungszustand über diese Information, der auf wahrgenommenen Erfahrungen beruht. Dies kann dann entweder strukturiert und zusammenhängend, oder eine undifferenzierte unzusammenhängende Menge an Fakten sein, so, dass das Kind nicht weiß, was kausal zusammenhängt. Wenn im ersten Fall irrelevante Information kommuniziert wird, sagt das Modell vorher, dass das Kind dies erkennt und wird die Zuverlässigkeit der Testperson bezüglich dieser Daten geringer bewerten. Im zweiten Fall wird es dem Kind nicht möglich sein und es wird davon ausgehen, dass jegliche Information relevant war, da es davon ausgeht, dass es sonst keinen Grund gegeben hätte, sie mitzuteilen.

2.2.1. Rot/Grün-Experiment

Um die letztgenannten Vorhersagen unseres Modelles zu testen, wurde ein Experiment mit einem Experimentator und zwei Testpersonen R und G an 4-jährigen durchgeführt. Der Experimentator zeigte verschiedene Holzblöcke einzeln vor. Eine Gruppe der Kinder wurde per Zufall zur 'inside'-Gruppe; ihnen wurde gesagt dass die Objekte entweder aus rotem oder grünem Material bestünden (dargestellt durch Plastikschnüre im Objekt, hinter einer entfernbaren undurchsichtigen 'Tür' versteckt). Der Experimentator fragte für jedes Objekt sowohl R als auch G, aus was es wohl bestünde, und die Kinder konnten beobachten, dass R für jedes Objekt, das aus rotem Material bestand genau wusste aus was es bestand, und für Objekte, die aus grünem Material gemacht waren, mit „ich weiß nicht“ antwortete und G umgekehrt. Dementsprechend waren beide Testpersonen gleich zuverlässig, aber verfügten über unterschiedliches Fachwissen. Die 'outside'-Gruppe führte das Experiment mit Aufklebern auf der Rückseite der Objekte durch. Zum Testen wurden den Kindern nun ein neues Objekt gezeigt und ihnen gesagt, dass es einen speziellen Namen habe. Beide Testpersonen sollten nun eine Bezeichnung liefern und die Kinder wurden nun aufgefordert eine der beiden vorzuziehen. In beiden Fällen hatten die Testpersonen die gleiche Verlässlichkeit gezeigt, jedoch ist die Relevanz jener Verlässlichkeit zwischen den unterschiedlichen Bedingungen eine andere. Das Wissen, aus was ein Objekt besteht, steht in Zusammenhang mit dem Wissen, welcher Kategorie es angehört und somit mit seiner Bezeichnung. Hingegen ist ein Aufkleber ohne vorhergehende Bedeutungsvereinbarung eine willkürliche Eigenschaft. Demzufolge wurde vorhergesagt, dass nur die Kinder aus der 'inside'-Gruppe das Wissen des entsprechenden Experten nutzen würden, was auch genau das war, was sie feststellten; nämlich signifikant öfter als in der 'outside'-Gruppe und signifikant mehr als per Zufall.

2.2.2. Der Heiligenscheineffekt

Zusätzlich zur Vorhersage, ob Kinder zuverlässige Information, die sie beobachten vernünftig nutzen werden, liefert das MZF Modell auch eine Erklärung für auseinandergehende Beobachtungen, die sich in der Literatur betreffs der Zuverlässigkeit von Sprechern finden. Manche haben argumentiert, dass eine beobachtete Zuverlässigkeit von Sprechern sich auch in anderen Gebiete ausdehnt, ein sogenannter Heiligenscheineffekt. Beispielsweise haben Brosseau-Liard und

Birch zeigt, dass 5-jährige (aber keinesfalls jüngere Kinder) Personen ein allgemein größeres Wissen und pro-soziale Eigenschaften zusprechen, wenn sie länger zuverlässig Objekte bezeichnen. Die Belege für solche Heiligenscheineffekte gehen auseinander. In einem Experiment, in dem man den Kindern beigebracht hatte, dass eine der beiden Testpersonen stärker als die andere ist, gingen 4-jährige davon aus, dass diese Person auch zuverlässiger beim Benennen sein müsste. Allerdings funktionierte dies nicht umgekehrt – die Kinder antworteten zufällig, wenn sie gefragt wurden, welche der beiden Testpersonen ein bestimmtes schweres Objekt heben konnte, nachdem sie nur gesehen hatten, wie beiden Objekte benannten. Auch das lässt sich mit dem MZF Modell erklären: die Kinder wussten im zweiten Fall, dass die Fähigkeit Dinge richtig zu benennen nichts mit Stärke zu tun hat. Andererseits bekommen sie im ersten Fall eine Information und gehen davon aus, dass sie wichtig ist, wodurch sie sich zu ihrer Annahme verleiten lassen, dass die stärkere Person auch die zuverlässigere ist.

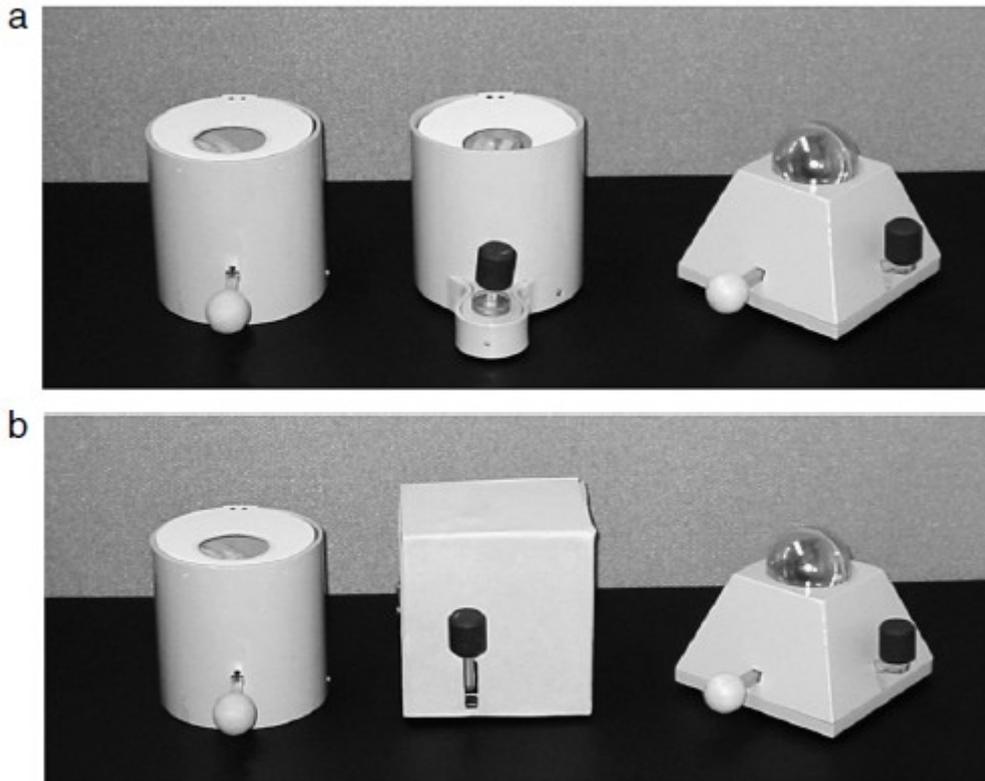
Zusammenfassung: das MZF Modell, das ursprünglich für gemeinschaftliche Roboterinteraktion entwickelt wurde, beschreibt qualitativ gut, welche Information durch die Interaktion mit anderen erlernt werden kann. Außerdem zeigt das Beispiel gut an, wie nah Menschen und Roboter zusammenhängen, wenn sich ein ursprünglich für Roboterinteraktion bestimmtes Modell trotzdem noch gut auf Menschen übertragen lässt.

2.3. Nachahmung und kausale Verallgemeinerung

Bereits sehr früh ahmen Kinder das Verhalten von anderen nach. Es wurde gezeigt, dass dies nicht willkürlich sondern zielgerichtet erfolgt, da sie verstehen, dass es einen Zusammenhang zwischen Handlung und ihrer Wirkung gibt. Dass dabei die Wirksamkeit im Allgemeinen und nicht auf ein bestimmtes Objekt bezogen im Vordergrund steht, haben Experimente gezeigt.

2.3.1. Experimente

Eine Experimentreihe, die sich mit dem Nachahmungs- und Verallgemeinerungsvermögen von jungen Kindern beschäftigte sei hier kurz vorgestellt. Den Kindern wurden verschiedene Spielzeuge gezeigt, die verschiedene Auslöser besaßen und demonstriert, dass diese eine Wirkung auslösten (Springteufel) oder auch nicht. Schließlich wurden den Kindern Zeit gegeben, die beobachteten Handlungen nachzuahmen. Kinder, die dies sowohl bei einem effektiven wie auch bei einem ineffektiven Auslöser taten, bekamen dann ein dritte Spielzeug, das beide vorangegangenen Auslöser besaß. Es wurde beobachtet, dass 69% aller Kinder den als effektiv kennengelernten Auslöser zuerst anfassten und zu 75% zuerst betätigten. Allerdings kamen bei leicht geänderten Experimentbedingungen zufällige Ergebnisse zu Stande, nämlich dann, wenn das dritte Spielzeug eine andere Form besaß als die vorangegangenen. Schließlich wurde in einem weiteren Experiment geprüft, ob es Kinder möglich war Erkenntnisse zu verallgemeinern. Dazu wurden ihnen entweder Spielzeuge gleicher Form wie zuvor (Kategorie a) oder aber unterschiedlicher Form mit gleichen Auslösern gezeigt (Kategorie b).



Zwei Versuchsreihen mit Fokus auf Form (a) oder Auslöser (b).

In Kategorie b war zu beobachten, dass die Kinder den Effekt des Auslösers einfacher von verschiedenen Objekten auf neue übertragen konnten. Der effektive Auslöser wurde in 67% zuerst angefasst und in 71% der Fälle zuerst betätigt.

2.3.2. Ein Modellansatz und Auswertung

Ein Modell, das die beobachteten Ergebnisse beschreiben kann, ist das Rationalmodell der Kategorisierung, das Entitäten der Reihe nach Kategorien zuweist. Dabei gibt es zwei Kriterien, die gleich wichtig sind: 1. Zuweisung zu Kategorien mit bereits möglichst vielen anderen Entitäten und 2. Zuweisung durch übereinstimmende Eigenschaften. Die Tendenz dass Objekte der selben Gruppe zugewiesen werden bezeichnen wir als α und den Grad der Präferenz für gleiche Eigenschaften mit β . Führt man die Experimente der Kategorie a und b jeweils als Computersimulation aus und lässt das Programm auch Schlussfolgerungen über die Wichtigkeit von β anstellen, so sind für Kategorie a die Ergebnisse erstaunlich nah an denen, die das Experiment mit den Kindern hervorbrachte. Dies lässt den Schluss zu dass Kinder zumindest eine Vorstellung von Kategorien haben.

3. Fazit:

Insgesamt hat mir die neue Betrachtungsweise, die durch David M. Sobel et al. vorgestellt wurde, gefallen. Ich fand sie meist interessant und nachvollziehbar, allerdings fehlten mir konkretere Bezüge zur Robotik, und auch Zahlenbelege waren meist nur vage gegeben. Dennoch kann man sich mit etwas Phantasie vorstellen, dass hier Platz für Entwicklung herrscht, beispielsweise im Bereich Mensch-Roboter-Interaktion mit dem Menschen als Lehrer.

5. Literatur und Bilder:

David M. Sobel, David W. Buchanan, Jesse Butterfield und Odest Chadwicke Jenkins: Neural Networks 23 (2010) 1060-1071