



Analogy-
Making

Hewelt/Krupke

Einleitung

Tabletop

Architektur

Fazit

Analogy-Making with Tabletop

Modellierung der Analogiebildung mit einem Computerprogramm

Martin Hewelt Dennis Krupke

Fachbereich Informatik
Universität Hamburg

21.06.2005 / PS Denkmaschinen



1 Einleitung

- Warum halten wir diesen Vortrag
- Biographisches über die FARGonauten
- Forschungsansatz

2 Tabletop - Problembereich und Forschungsansatz

- Mikrobereich
- BattleOp → Ob-Platte
- Kritik am formelgestützten Lösungsansatz
- Beispiele aus dem Mikrobereich

3 Architektur von Tabletop

- Vorstellungen und ihre Höfe
- Workspace, das Arbeitsgedächtnis
- Codelets, Agenten der Wahrnehmung
- Der Analogie Schluss

Analogiebildung - Was ist das?



Analogy-
Making

Hewelt/Krupke

Einleitung

Motivation

FARG

Forschungsansatz

Tabletop

Architektur

Fazit

Definition (Analogie)

Die Analogie (griech. *αναλογία*) - eigentlich: das richtige Verhältnis, Proportionalität, Entsprechung, häufig auch Ähnlichkeit, Übereinstimmung, Gleichwertigkeit - bezeichnet die Übereinstimmung zweier oder mehrerer Objekte hinsichtlich bestimmter Merkmale, Eigenschaften, Strukturen, Funktionen u.a., die als Analogien verschiedenen Grades, im Grenzfall in Identität übergehen können(wobei die Objekte aber im allgemeinen unterschiedlich sind).

Das Auffinden von Analogien war und ist eine erste Stufe zur Erkenntnis von Gesetzen in Natur und Gesellschaft.



Analogy-
Making

Hewelt/Krupke

Einleitung

Motivation

FARG

Forschungsansatz

Tabletop

Architektur

Fazit



- Interdisziplinäres Zentrum an der Indiana University, Bloomington
- beschäftigt sich mit Kognitionswissenschaften
- wurde 1989 eingerichtet
- neben Forschung auch künstlerisches Interesse

Projekte

Das CRCC beschäftigt sich hauptsächlich mit Analogiefragen. Weitere Projekte sind CopyCat, bei Buchstaben Triplets, die Weiterentwicklung MetaCat und LetterSpirit, welches sich mit dem ästhetischen Geist von Buchstaben beschäftigt.



Robert F. French

Oder: Wie man durch Tabletop Doktor wird

Analogy-
Making

Hewelt/Krupke

Einleitung

Motivation

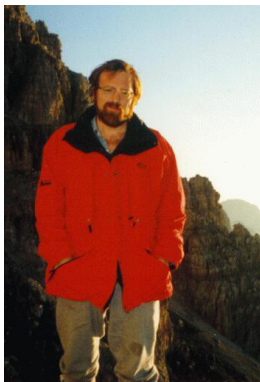
FARG

Forschungsansatz

Tabletop

Architektur

Fazit



- 1974 **Master of Arts** in Mathematik an der Indiana University
- 1992 Promotion in computer science an der Universität von Michigan mit dem Projekt Tabletop
- Seit 2001 Professor und Direktor für quantitative Psychologie und Kognitionswissenschaften an der Universität von Liège in Belgien
- **Forschungsgebiete:** Kognitionswissenschaft, Zweisprachigkeit, Catastrophic forgetting, Turing test, Representation, Analogy, Connectionism, Emergence



Douglas R. Hofstadter

Der Anführer der FARGonauten

Analogy-
Making

Hewelt/Krupke

Einleitung

Motivation

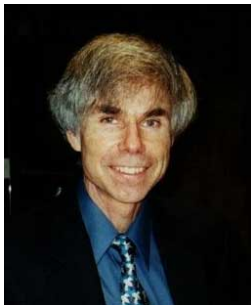
FARG

Forschungsansatz

Tabletop

Architektur

Fazit



- Geboren 1945 in New York
- promovierte 1975 an der University of Oregon in Physik
- gewinnt 1980 den Pulitzer-Preis und den American Book Award für Gödel, Escher, Bach
- Lehrstuhl für Kognitionswissenschaften und Informatik an der IU, Bloomington
- Interesse für Fragen von Geist, Kreativität, Bewußtsein, Selbstbezüglichkeit, Übersetzungen, Musik



Forschungsansatz

Analogy-
Making

Hewlett/Krupke

Einleitung

Motivation

FARG

Forschungsansatz

Tabletop

Architektur

Fazit

- Modellierung des menschlichen Geistes als emergentes, stochastisches Phänomen
- Analogien sind das Ergebnis von Wahrnehmungsprozessen höherer Ebene
- Wahrnehmung und geistige Prozesse lassen sich nicht trennen

Ansatz

The cognitive modeling at FARG is based on the thesis that mental activity consists of many tiny independent events and that the seeming unity of a human mind is merely a consequence of the regularity of the statistics of such large collections of events. Thus the metaphor of the "intelligent ant colony" and the image of "active concepts" (as set forth in the book "Gödel, Escher, Bach") have inspired our models for over two decades.



- 1 Einleitung
 - Warum halten wir diesen Vortrag
 - Biographisches über die FARGonauten
 - Forschungsansatz
- 2 **Tabletop - Problembereich und Forschungsansatz**
 - **Mikrobereich**
 - **BattleOp → Ob-Platte**
 - **Kritik am formelgestützten Lösungsansatz**
 - **Beispiele aus dem Mikrobereich**
- 3 Architektur von Tabletop
 - Vorstellungen und ihre Höfe
 - Workspace, das Arbeitsgedächtnis
 - Codelets, Agenten der Wahrnehmung
 - Der Analogie Schluss



Tabletop, das ist doch...

Analogy-
Making

Hewelt/Krupke

Einleitung

Tabletop

Mikrobereich

BattleOp →

Ob-Platte

Brute-Force

Beispiele

Architektur

Fazit



... nicht ganz!



Tabletop, das ist doch...

Analogy-
Making

Hewelt/Krupke

Einleitung

Tabletop

Mikrobereich

BattleOp →

Ob-Platte

Brute-Force

Beispiele

Architektur

Fazit

...ein Computerprogramm, um zeigende Analogien auf psychologisch realistische Weise darzustellen !?

- emergenter stochastischer Programmaufbau
- operiert auf einem Mikrobereich
- Parallelverarbeitung
- Aufbau von Repräsentationen



Mikrobereich-Tischplatte

Analogy-
Making

Hewelt/Krupke

Einleitung

Tabletop

Mikrobereich

BattleOp →

Ob-Platte

Brute-Force

Beispiele

Architektur

Fazit

- zum Studium der Analogiebildung
- kleiner Bereich, daher leichter zu handhaben
- hoctypisierter spezieller Bereich
- unterschiedliche Druckverhältnisse führen zu unterschiedlichen Antworten
- kompliziertes Geflecht von Wechselbeziehungen zwischen den Objekten im Mikrobereich



Ansprüche

Analogy-
Making

Hewlett/Krupke

Einleitung

Tabletop

Mikrobereich

BattleOp →

Ob-Platte

Brute-Force

Beispiele

Architektur

Fazit

- Universalität, um allg. Mechanismen zur Analogiebildung für alle Bereiche zu studieren
- Übertragbarkeit in andere Bereiche, um intelligentes und vernünftiges Verhalten zu erhalten
- maßstabsgetreue Vergrößerung des Bereichs soll ermöglicht werden



BattleOp - Ob-Platte

Analogy-
Making

Hewelt/Krupke

Einleitung

Tabletop

Mikrobereich

BattleOp →

Ob-Platte

Brute-Force

Beispiele

Architektur

Fazit

- Vergeltungsalgorithmus - wie du mir, so ich dir
- fiktives Programm zur Lösung von weltpolitischen Vergeltungsfragen
- unabgeschlossener Bereich
- analoges Abbilden vs. analoges Abrufen
- Reduzierung auf Ob-Platte - was ist das X von Y

Beispiel

Das Pflanzen und Blumen von Berlin ist der Tiergarten.

Der Potelbat schlägt zu

Analogy-
Making

Hewelt/Krupke

Einleitung

Tabletop

Mikrobereich

BattleOp →

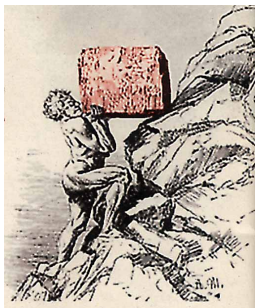
Ob-Platte

Brute-Force

Beispiele

Architektur

Fazit



- mechanisches Computerprogramm, das über eine algebraische Formel Tabletop-Probleme löst
- erschöpfende Charakterisierung der Attribute mit Rangvergabe an Objekten
- nur für einfache Probleme passabel
- kein intelligentes Programmverhalten



Es gibt 3 Problemfamilien

- Umgebungs-Familie
- Blockade-Familie
- Buridan-Familie



Umgebungs-Familie

Analogy-
Making

Hewlett/Krupke

Einleitung

Tabletop

Mikrobereich

BattleOp →

Ob-Platte

Brute-Force

Beispiele

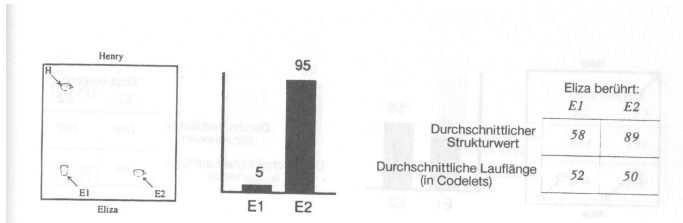
Architektur

Fazit

Komponente des Drucks

- kategoriale Zugehörigkeit
- räumliche Stellung

- Gruppierungen können den Druck verändern





Umgebungs-Familie

Druckänderung durch Gruppierungen

Analogy-Making

Hewlett/Krupke

Einleitung

Tabletop

Mikrobereich

BattleOp →

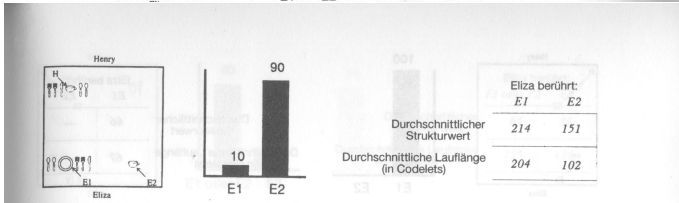
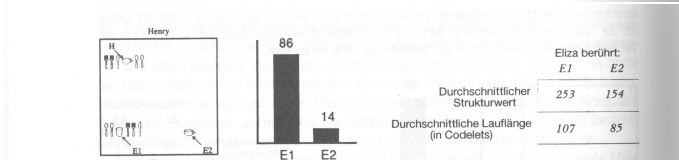
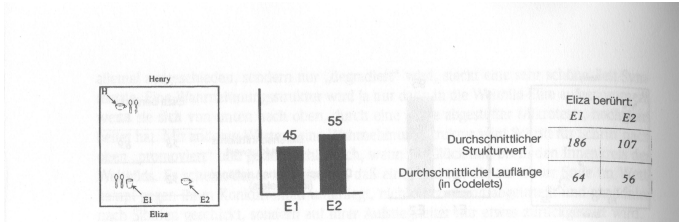
Ob-Platte

Brute-Force

Beispiele

Architektur

Fazit



Blockade-Familie

Analogy-
Making

Hewlett/Krupke

Einleitung

Tabletop

Mikrobereich

BattleOp →

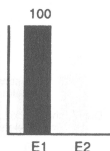
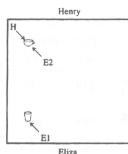
Ob-Platte

Brute-Force

Beispiele

Architektur

Fazit



	Eliza berührt:	
	E1	E2
Durchschnittlicher Strukturwert	66	—
Durchschnittliche Lauflänge (in Codelets)	67	—

Fast-Identität zweier Objekte wird durch Täuschungsmanöver verschleiert



Blockade-Familie

Analogy-Making

Hewlett/Krupke

Einleitung

Tabletop

Mikrobereich

BattleOp →

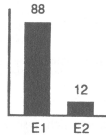
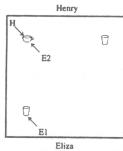
Ob-Platte

Brute-Force

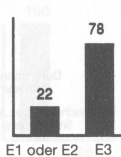
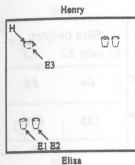
Beispiele

Architektur

Fazit



	Eliza berührt:	
	E1	E2
Durchschnittlicher Strukturwert	71	94
Durchschnittliche Lauflänge (in Codelets)	106	158



	Eliza berührt:	
	E1 oder E2	E3
Durchschnittlicher Strukturwert	57	177
Durchschnittliche Lauflänge (in Codelets)	66	94



Buridan-Familie

Analogy-Making

Hewlett/Krupke

Einleitung

Tabletop

Mikrobereich

BattleOp →

Ob-Platte

Brute-Force

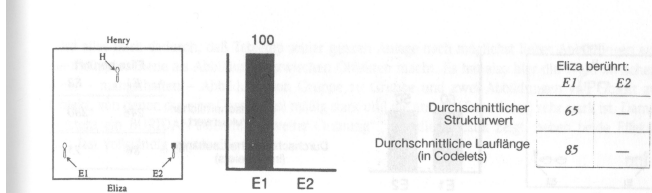
Beispiele

Architektur

Fazit



- charakteristisch sind zwei - nahezu gleiche - Alternativen
- keine klare Entscheidung





Buridan-Familie

Schwierige Entscheidung

Analogy-Making

Hewlett/Krupke

Einleitung

Tabletop

Mikrobereich

BattleOp →

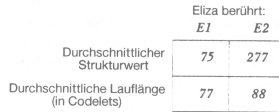
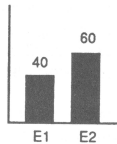
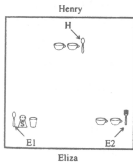
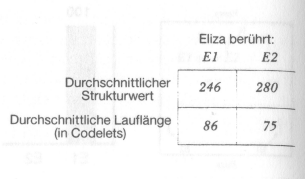
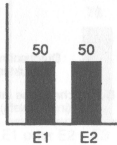
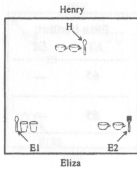
Ob-Platte

Brute-Force

Beispiele

Architektur

Fazit





Gliederung

Analogy-
Making

Hewelt/Krupke

Einleitung

Tabletop

Architektur

Slipnet

Workspace

Codelets

Repräsentationen

Fazit

- 1 Einleitung
 - Warum halten wir diesen Vortrag
 - Biographisches über die FARGonauten
 - Forschungsansatz
- 2 Tabletop - Problembereich und Forschungsansatz
 - Mikrobereich
 - BattleOp → Ob-Platte
 - Kritik am formelgestützten Lösungsansatz
 - Beispiele aus dem Mikrobereich
- 3 **Architektur von Tabletop**
 - Vorstellungen und ihre Höfe
 - Workspace, das Arbeitsgedächtnis
 - Codelets, Agenten der Wahrnehmung
 - Der Analogie Schluss



Übersicht des Tabletop-Systems

Analogy-
Making

Hewelt/Krupke

Einleitung

Tabletop

Architektur

Slipnet

Workspace

Codelets

Repräsentationen

Fazit

Tabletop

... besteht aus drei grundlegenden Komponenten:

- Slipnet, dem Langzeitgedächtnis
 - Workspace, dem Arbeitsgedächtnis
 - Codelets, den Agenten der Wahrnehmung
-
- implementiert in SchemeXM/SGL (mit GUI) (zumindest Metacat)



Slipnet - Rutschende Vorstellungen

Analogy-
Making

Hewelt/Krupke

Einleitung

Tabletop

Architektur

Slipnet

Workspace

Codelets

Repräsentationen

Fazit

- platonische Konzepte der Tischwelt
- Langzeitgedächtnis von Tabletop
- Netz dauerhafter Knoten
- keine strikte Abgrenzung, Vorstellungshof
- z.B. Tasse, Salzstreuer, Eins, Links, diagonal...



Besitzen folgende Eigenschaften

- **AKTIVIERUNGSGRAD**, Indikator für momentane Relevanz
- **NÄHE** zu anderen Vorstellungen, dynamisch
- **TIEFE**, Maß für Abstraktion/Allgemeinheit u. Aktivationsnachlass



Slipnet - Implementierung

Analogy-
Making

Hewelt/Krupke

Einleitung

Tabletop

Architektur

Slipnet

Workspace

Codelets

Repräsentationen

Fazit

- Slipnet ist als semantisches Netzwerk implementiert
 - Satz von Knoten
 - verbunden durch Kanten
 - (variable) Kantenlänge gibt semantische Nähe an
- dynamische Aktivierung
- Ausbreiten der Aktivierung als Funktion der Kantenlänge

labeled links

Kanten im Slipnet können durch Konzepte wie "opposite" oder "successor" benannt sein. Bei Aktivierung dieses Konzeptes schrumpft die Länge aller Kanten die das entsprechende Label tragen.



Workspace - Achtung Baustelle!

Analogy-
Making

Hewelt/Krupke

Einleitung

Tabletop

Architektur

Slipnet

Workspace

Codelets

Repräsentationen

Fazit

Der Workspace fungiert als Blackboard für die Codelets

- Tischsituation wird repräsentiert
- Aufbau von Wahrnehmungsstrukturen
 - Etikettierung der Objekte und ihrer Beziehungen
 - Aufbau von Gruppen
 - Finden von Entsprechungen/Abbildungen
 - bottom-up Druck führt zur Aktivierung von Slipnet-Konzepten
- Zuweisung von Auffälligkeits- und Stärkewert an die Strukturen

survival of the fittest

Vorgeschlagene Entsprechungen werden nach ihrer Stärke bewertet, die sich aus gedanklicher und räumlicher Nähe der Elemente, Vorhandensein ähnlicher Strukturen und ihrer relativen Anordnung auf der Tischplatte ergibt.



Vergleich Slipnet - Workspace

Analogy-
Making

Hewelt/Krupke

Einleitung

Tabletop

Architektur

Slipnet

Workspace

Codelets

Repräsentationen

Fazit

Slipnet

- Aktivierung der Vorstellungen
- Ausbreitung der Aktivierung
- Druck von oben
- lenkt Wahrnehmung deduktiv

Workspace

- Aufbau von Repräsentationen
- aktiviert Vorstellungen im Slipnet
- Druck von unten
- induktives Vorgehen

Theorem

Ein ständiges Wechselspiel zwischen wahrnehmen und abbilden führt zum Aufbau eines kohärenten Weltbildes, sprich zu einer Analogie.

Codelets - Das große Gewusel



Analogy-
Making

Hewlett/Krupke

Einleitung

Tabletop

Architektur

Slipnet

Workspace

Codelets

Repräsentationen

Fazit

- Agenten der Wahrnehmung
- unterschiedliche Typen je nach Tätigkeit
 - Etikettieren Objekte
 - Schlagen Strukturen vor und evaluieren diese
- parallel terraced scan, quasi-parallele Ausführung



Grundidee beim **parallel terraced scan**

A parallel investigation of many possibilities to different levels of depth, quickly throwing out bad ones and homing in rapidly and accurately on good ones.



Codelets

Analogy-
Making

Hewelt/Krupke

Einleitung

Tabletop

Architektur

Slipnet

Workspace

Codelets

Repräsentationen

Fazit

- alle Codelets sind zum CODERACK zusammengefaßt
 - jedoch keine Steuerzentrale
 - Codelets werden bedingt durch ihren Dringlichkeitswert aktiv

Dringlichkeit = Wahrscheinlichkeit dranzukommen

- erwartete Aktivität
- Tischsektor/Umgebung
- Aktivierungsgrad entsprechender Vorstellungen
- \Rightarrow Abfolge von zusammenhängenden Codelets wird beschleunigt

Vom Suchen und Finden von Analogien

Analogy-
Making

Hewelt/Krupke

Einleitung

Tabletop

Architektur

Slipnet

Workspace

Codelets

Repräsentationen

Fazit

- Eine Repräsentation hat viele Seiten
- Analogien bringen einige zum Vorschein, verdecken andere
- Nötigung des Kontexts/Druckverhältnisse
- **flexibel, anpassungsfähig und kontextabhängig**

Bedeutung bei Tabletop

Anders als z.B. SME schafft TT seine Repräsentationen selber. Die Begriffe, die TT benutzt korrelieren mit tatsächlichen Ereignissen in seiner Mikrowelt, er hat also ein Weltbild. Somit haben seine Begriffe Semantik!



- Geistige Aktivität ist **Wahrnehmung höherer Ebene.**
- Analogiebildung umfasst alle interessanten Aspekte des Geistes.
- Repäsentationen kommen durch das Zusammenwirken von Wahrnehmungsprozessen zustande.
- Tabletop verhält sich bei der Lösung seiner Probleme menschlich.
- **Tabletop ist ein Modell visueller Verarbeitung auf höherer Ebene**

Alle Probleme der KI gelöst !?



Analogy-
Making

Hewitt/Krupke

Einleitung

Tabletop

Architektur

Fazit

- **Ausblick**
 - Der Mikrobereich "Tischplatte" lässt sich verallgemeinern
 - Tabletop ließe sich um zusätzliche Vorstellungen und Selbstbewußtsein erweitern
 - ⇒ Computerintelligenz
 - für Bemühungen in diese Richtung siehe Metacat
- **Offene Fragen**
 - Aufbau von Repräsentationen im Slipnet
 - wirklich verallgemeinerbar?
 - Searle würde sagen: Immer noch keine "Bedeutung"








Weitere Lektüre I

Analogy-
Making

Hewelt/Krupke

Anhang

Weitere Lektüre

-  Douglas, R. Hofstadter
Gödel, Escher, Bach - Ein endlos geflochtenes Band.
Klett-Cota, 1985.
-  Douglas, R. Hofstadter e.a
Die FARGonauten
dtsh. Ausgabe Klett-Cota, 1996
-  www.ulg.ac.be/cogsci/rfrench.html
Homepage von Robert M. French
-  http://www.resonancepub.com/douglas_hofstadter.htm
Webseite von Douglas R. Hofstadter
-  <http://cogsci.indiana.edu>
Webseite der Fargonauten

Weitere Lektüre II




Analogy-
Making


Hewelt/Krupke


Anhang

Weitere Lektüre

 <http://www.cs.pomona.edu/~marshall/metacat>
Metacat Homepage (auch Quellcode)

 www.wikipedia.de

 James, B. Marshall
Metacat: A Self-Watching Cognitive Architecture for
Analogy-Making and High-Level Perception
PhD Thesis, Indiana University, Bloomington, IN, 1999.
www.cs.pomona.edu/marshall/metacat

 R.M. French/B. Kokinov
Computational Models of Analogy-Making
in: Nadel, L. (ED.) *Encyclopedia of Cognitive Science*,
pp.113-118



Weitere Lektüre III

Analogy-
Making

Hewitt/Krupke

Anhang

Weitere Lektüre



Joaquin Vanschoren

<http://web.ulyssis.org/~joa/Flexo/fluid.html>

Fluid Concepts and High-Level Perception