

beitung (↑Modellierung, kognitive), der Ergründung von ↑Expertise bzw. der Konstruktion von ↑Expertensystemen. Die Vielzahl gängiger Wissensbegriffe und Wissensmodelle spiegelt sich in einer Vielzahl wissensdiagnostischer Methoden wider. Neben den üblichen Datenerfassungsmethoden (↑Interview, ↑Fragebogen, Verhaltensbeobachtung, ↑Test) werden zur W. vor allem eingesetzt: Dokumentenanalyse, Aufzeichnung lauten Denkens (↑Protokollanalyse), Wort-Assoziations-Verfahren, Strukturlegetechniken, Ähnlichkeitsratings (mit nachfolgenden Clusteranalysen bzw. mit multidimensionaler Skalierung; ↑Datenanalyse, statistische, IV). Ein kritisches Problem der W. ist das der Verbalisiertheit von (Experten-)Wissen. Die Methodenvielfalt ist ein Hinweis darauf, daß es kein einzelnes, optimales wissensdiagnostisches Verfahren gibt. Die Angemessenheit diagnostizierten Wissens wird häufig über das Potential zur Abbildung des Wissenszustandes und der Handlungsmöglichkeiten von Experten überprüft; zur Validierung des Wissens werden auch Simulationen verwendet, in denen das diagnostizierte Wissen implementiert wird.

H. Gruber

Wissensebene (knowledge level)

Beschreibungsebene für kognitive Prozesse, die sowohl von der konkreten Programmierung (d. h. von ↑Algorithmen und ↑Datenstrukturen), als auch erst recht von der ↑Implementierung abstrahiert. Modellierung auf der W. hat zu erfassen, (i) welche ↑Aufgabe von einem kognitiven (Teil-)System bewältigt werden muß, und zu spezifizieren, (ii) in welchen Schritten diese Aufgabe gelöst wird sowie welchen Beschränkungen (↑*constraint*) dieser Vorgang unterliegt. ↑Wissensrepräsentation auf der W. ist eine der Hauptaufgaben des ↑*Knowledge Engineering*.

Der Begriff W. wurde 1982 von Newell eingeführt, der davon den *symbol level* (d. h. die Ebene der Programmierung in einer höheren ↑Programmiersprache) und schließlich die Ebene der ↑Maschinensprache unterschied. Ähnlich differenzierte Marr (1982) zwischen dem *computational level* (= W.), der algorithmischen Ebene und der Implementierungsebene.

G. Strube

Newell, A. (1982). The knowledge level. *Artificial Intelligence*, 18, 87–127.

Wissenserwerb (knowledge acquisition)

(1) W. soll als eine Spezialisierung von Lernen angesehen werden. Dabei kann man ↑Lernen ganz allgemein als die Bildung von Assoziationen auffassen. Diese allgemeine Definition schränken wir nun folgendermaßen ein: (i) Spezielle Lernprozesse können als Selbstmodifikation des Wissenszustands eines Lerners verstanden werden; (ii) Sie werden durch die Aufgaben- oder Lernziele und die Interaktion mit internen oder externen Informationsquellen initiiert und in Gang gehalten; (iii) Nur wissensintensive Lernprozesse sollen W.-Prozesse genannt werden; (iv) Ein Prozeß soll wissensintensiv genannt werden, wenn der Lerner zu Reflexionen über diesen Prozeß instande ist, er kann also über seinen Wissensstand Auskunft geben, und er kann seinen Problemlösungsprozeß beschreiben sowie erklären bzw. begründen. Lern- bzw. W.-Prozesse lassen sich auf vielfältige Art und Weise beschreiben bzw. implementieren. So modelliert die mathematische Psychologie derartige Prozesse vorzugsweise als stochastische (↑Markov-)Prozesse und in letzter Zeit als ↑neuronale Netze. Die Vertreter der Künstlichen Intelligenz verwenden den symbolischen Ansatz oder ebenfalls neuronale Netze. Kognitionswissenschaftler haben ebenfalls keine eindeutige Präferenz. So wird der symbolische Ansatz von der Gruppe um Newell propagiert, während andere Forscher eher auf einen subsymbolischen Ansatz auch bei der Wissensrepräsentation setzen. Sinnvoll erscheint eine Beschreibung der W.-Prozesse nicht auf der konkreten Implementations-, sondern auf der abstrakten ↑Wissensebene. Wir können dann die Theorie des W. inferenzbasiert betrachten. Die Arbeitsthese lautet: W.-Prozesse und Lernstrategien lassen sich abstrakt als zielgerichtete multiple (implizit oder explizite) Inferenzprozesse beschreiben. Schlagwortartig könnte man auch formulieren:

Wissenserwerb = Inferenz + Referenz

Dabei können wir als das Ergebnis der ↑Inferenz eine Wissensmodifikation erwarten. Je nach Infe-

renzart fällt dann auch die Wissensmodifikation aus. Bei einer deduktiven Inferenz erwarten wir eine (analytische) Wissensoptimierung; bei einer induktiven Inferenz dagegen eine (synthetische) Wissenserweiterung. Unter Referenz verstehen wir in diesem Zusammenhang Referenz auf Gedächtnisinhalte. Wir können die zwei (Haupt-)Modifikationsarten durch Lerngleichungen (genau genommen durch logische Folgerungen) abstrakt beschreiben:

Deduktive Wissensmodifikation

(i) Wissensoptimierung (Komposition, Chunking etc): $\text{Altwissen} \models \text{Neuwissen}$

(ii) deduktive Verstärkung von schwachem Altwissen: $\text{Altwissen} \cup \text{Beobachtungen} \models \text{Neuwissen}$

Induktive Wissensmodifikation

(iii) einfache (wissensarme) Induktion: $\text{Neuwissen} \models \text{Beobachtungen}$

(iv) einfachste (konsistente) Erweiterung von Altwissen: $\text{Altwissen} \cup \text{Neuwissen} \models \text{Beobachtungen}$

Bei der deduktiven Wissensmodifikation wird streng genommen kein neues Wissen generiert. Es wird nur optimal so reorganisiert, daß der Agent in Zukunft in ähnlichen Situationen effizienter handeln kann. Dagegen kann man bei der induktiven Variante von echtem Wissenszuwachs sprechen. Das neue Wissen sollte normativ gesehen so beschaffen sein, daß die Perzepte (abduktiv) erklärbar sind: Die prädikative Beschreibung der Beobachtungen soll eine Folgerung von Alt- und Neuwissen sein. Wir wollen die verschiedenen W.-Arten (i)–(iv) an einem kleinen Beispiel aus der Miniwelt der symbolischen Programmierung verdeutlichen. Ad (i): Der Agent liest in einem PROLOG-Lehrbuch, daß [], [a], [c,b] und [e,d,f] Beispiele für Prolog-Listen sind. Er folgert deduktiv das neue Wissen: „Prologlisten enthalten weniger als 4 Symbole aus der Menge {a–f}“. Ad (ii): Der Agent weiß, daß Lisp-Listen durch runde Klammern begrenzt werden und daß zwischen den Listenelementen Leerzeichen stehen. Zudem liest er in dem PROLOG-Lehrbuch, daß [], [a], [c,b] und [e,d,f] Beispiele für Prolog-Listen sind. Das neue Wissen, das er deduktiv inferiert, lautet: „Prolog-Listen haben

eckige Klammern als Begrenzer und das Komma als Trennzeichen zwischen Listenelementen“. Ad (iii): Der Agent liest in dem PROLOG-Lehrbuch, daß [], [a], [c,b] und [e,d,f] Beispiele für Prolog-Listen sind. Er folgert induktiv: „PROLOG-Listen sind eckig geklammerte Symbolsequenzen mit Kommata als Trennzeichen“. Ad (iv): Der Agent weiß, daß Lisp-Listen durch runde Klammern begrenzt werden und daß zwischen den Listenelementen Leerzeichen stehen. Er liest in dem PROLOG-Lehrbuch, daß [], [a], [c,b] und [e,d,f] Beispiele für Prolog-Listen sind. Er folgert induktiv: „Prolog-Listen unterscheiden sich von Lisp-Listen nur durch die Begrenzungssymbole und das Trennzeichen zwischen den Listenelementen.“

C. Möbus

Newell, A. (1982). The knowledge level. *Artificial Intelligence*, 18, 82–127.

(2) \uparrow knowledge engineering: \uparrow Lernen, maschinelles

Wissensingenieur (knowledge engineer)

\uparrow Knowledge Engineering

Wissenskompilierung (knowledge compilation)

Deduktives \uparrow Lernen, das zu einer Automatisierung kognitiver \uparrow Fertigkeiten führt. Dabei werden Teile einer Wissensstruktur in spezifischere Strukturen überführt, die es erlauben, die im Wissen enkodierten Informationen mit geringerem Interpretationsaufwand abzuleiten. Ein aus Kompilierung hervorgegangenes Wissen erlaubt hingegen keine Ableitung von Informationen, die nicht bereits aufgrund der ursprünglich vorhandenen Wissensstrukturen ableitbar wären. Beispiele für Lernverfahren, die zu einer Kompilierung von Wissen führen, sind das \uparrow Prozeduralisieren von Wissen, die Zusammensetzung von Wissens-elementen und das erklärungs-basierte \uparrow Lernen.

R. Plötzner

Wissenspräsentation (knowledge presentation)

Um \uparrow Wissen zu kommunizieren, muß es situationsgerecht präsentiert werden. Dies kann bei-

Wörterbuch der Kognitionswissenschaft

Herausgegeben von Gerhard Strube
zusammen mit Barbara Becker, Christian Freksa,
Udo Hahn, Klaus Opwis, Günther Palm

Klett-Cotta

Klett-Cotta

© J. G. Cotta'sche Buchhandlung Nachfolger GmbH, gegr. 1659,
Stuttgart 1996

Alle Rechte vorbehalten

Fotomechanische Wiedergabe nur mit Genehmigung des Verlags

Printed in Germany

Schutzumschlag: Klett-Cotta-Design

Gesetzt aus der 9 Punkt Stempel-Garamond

von Offizin Wissenbach, Würzburg

Auf säure- und holzfreiem Werkdruckpapier gedruckt
und in Fadenheftung gebunden von Gutmann, Talheim

Einbandstoff: Garant-Leinen

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Wörterbuch der Kognitionswissenschaft /

hrsg. von Gerhard Strube zusammen mit Barbara Becker ... –

Stuttgart : Klett-Cotta, 1996

ISBN 3-608-91705-5

NE: Strube, Gerhard [Hrsg.]

KLETT-COTTA

Wörterbuch der Kognitionswissenschaft

Herausgegeben von Gerhard Strube
in Verbindung mit Barbara Becker, Christian Freksa,
Udo Hahn, Klaus Opwis, Günther Palm

