

## WISSENERWERBSMODELLIERUNG UND WISSENSDIAGNOSTIK ZUR GESTALTUNG ADAPTIVER HILFEN

Möbus, Claus; Schröder, Olaf & Thole, Heinz-Jürgen (Oldenburg)

Gegenstand unseres Projekts ist die Entwicklung eines Problemlösemonitors, der den Erwerb von Programmierwissen in der funktionalen, visuellen Programmiersprache ABSYNT unterstützt. Wir untersuchen die Gestaltung adaptiver Hilfen zum Erwerb von Semantik- und Programmierwissen. Zum ersten Thema haben wir ein vollständiges Modell eines Wissenserwerbsprozesses entwickelt. Zum zweiten Thema wird ein Hilfesystem implementiert, das auch zur Datengewinnung für ein zukünftiges Wissenserwerbsmodell im Bereich Programmplanung dienen soll.

Das *Semantikwissen* für ABSYNT ist das Wissen um die Arbeitsweise des ABSYNT-Interpreters. Für die Entwicklung eines Wissenserwerbsmodells in diesem Bereich wurde untersucht, wie eine Person bei der Berechnung von ABSYNT-Programmen anhand abstrakter, visueller Hilfen das Semantikwissen für ABSYNT in einem längeren, zusammenhängenden Prozeß erwirbt. Anhand der Analyse des Verbal- und Handlungsprotokolls der Person wurde zunächst ein verbales Modell dieses Prozesses formuliert. Das verbale Modell wurde dann in PROLOG implementiert. Dieses Wissenserwerbsmodell sagt 60% der Protokollkategorien richtig vorher. Hinsichtlich der Generalisierbarkeit von Aspekten des Modells wurden weitere Daten untersucht.

Der Wissenserwerbsprozeß der Person wird in dem Modell als Wechselspiel von zwei Teilprozessen aufgefaßt:

- Erwerb neuen Wissens: Wenn die Bearbeitung stockt, dann findet unter Benutzung der Hilfen Problemlösen mit schwachen Heuristiken statt. Dabei wird ggf. neues Wissen erworben ("*impasse-driven learning*").
- Optimierung vorhandenen Wissens. In vertrauten Situationen wird bereits erworbenes Wissen durch Komposition und Prozeduralisierung optimiert ("*success-driven learning*").

Das Wissenserwerbsmodell enthält verschiedene, anhand der Protokollanalyse gewonnene Mengen von Hypothesen:

- Hypothesen über das jeweils aktuelle bereichsspezifische Wissen der Person.
- Hypothesen über das Eintreten von Stocksituationen: Auf der Basis des aktuellen hypothetischen Wissens und der aktuellen Situation werden Handlungspläne erzeugt. Je nach den Eigenschaften des aktuellen Plans können Stocksituationen eintreten.
- Hypothesen über verschiedene Problemlöseprozesse im Anschluß an verschiedene Arten von Stocksituationen.
- Hypothesen über die wissensstandsabhängige Wissensoptimierung.

Das Modell erlaubt verschiedene Vorhersagen hinsichtlich der adaptiven Gestaltung der visuellen Hilfen.

Das Hilfesystem zum Erwerb von *Programmierwissen* basiert auf einer *Ziel-Mittel-Relation*, die man auch als *Und-Oder-Netz* "ungeübten Expertenwissens" auffassen kann. Das Netz, das aus z.Zt. 450 Regeln für 22 Aufgaben besteht, kann mehrere Millionen Lösungsentwürfe erkennen und vervollständigen. Der Lernende kann Prüfhypothesen

bezüglich seines Entwurfs oder von Teilen davon formulieren und vom System in der Form von Lösungsvorschlägen kommentieren lassen. Durch die enorme Vielfalt von möglichen Hilfen muß die tatsächlich vom System vorgeschlagene Information durch ein Schülermodell gesteuert werden. Dieses Schülermodell basiert auf den Konzepten Regelstärke und Regelkomposition und wird aus dem *Und-Oder-Netz* generiert. Es erlaubt die Vorgabe adaptiver Problemlösehilfen.

## ERWERB UND DIAGNOSE VON QUALITATIVEM UND QUANTITATIVEM WISSEN

*Plötzner, Rolf & Spada, Hans (Freiburg)*

Einfache proportionale und umgekehrt proportionale Gesetzmäßigkeiten stellen die wichtigste Art funktionaler Beziehungen zwischen Größen dar, die Schüler im Rahmen des Physikunterrichts zu erwerben haben. Trotz ihrer herausragenden Bedeutung werden diese Beziehungen oft in einer abstrakten, meist rein quantitativen Form vermittelt. Die dabei typischerweise verwendete Methode besteht im Aufstellen numerischer Meßreihen und der anschließenden Suche nach Invarianten. Eine häufige Folge derartiger Vermittlung von Beziehungen ist das Auswendiglernen von Gleichungen, ohne diese interpretieren zu können, mit all seinen negativen Konsequenzen.

Als grundlegend für ein vertieftes Verständnis betrachten wir die Konzeptualisierung derartiger Beziehungen auf mehreren, auch entwicklungspsychologisch begründeten, Präsentations- und Repräsentationsebenen. Ausgehend von zunächst qualitativen und halbquantitativen Betrachtungen soll das Verständnis für die letztlich numerischen Gleichungen gefördert werden (Plötzner, Spada, Stumpf & Opwis, im Druck). Basierend auf dieser Konzeptualisierung wurden von uns das computerisierte Diagnosesystem MULEDS (Multi-Level Diagnosis System) sowie das Wissenserwerbsmodell KAGE (Knowledge Acquisition Governed by Experimentation) implementiert.

MULEDS dient der automatisierten Wissensdiagnose innerhalb der Mikrowelt DiBi (Disk Billard), mit deren Hilfe Schüler interaktiv Experimente simulieren können. Der Gegenstandsbereich umfaßt die elastischen Stoßvorgänge als Teilgebiet der klassischen Mechanik. Das zu diagnostizierende Wissen bezieht sich dabei auf proportionale und umgekehrt proportionale Beziehungen, wie sie beim zentralen und schiefen Anstoß gelten. MULEDS wurde im Rahmen des sogenannten "Fehlerbibliotheksansatzes" als regelbasiertes System realisiert (vgl. Spada, Stumpf & Opwis, 1989), wobei jeweils korrekte, unvollständige sowie falsche Wissensselemente auf den oben genannten Repräsentationsebenen diagnostiziert werden können. Derart konzipierte Diagnosesysteme beinhalten allerdings kein Modell der Genese der in ihnen enthaltenen Wissensselemente.

Das analysebasierte Wissenserwerbsmodell KAGE (Plötzner, in Vorb.) stellt als Lernmodell eine mögliche Grundlage einer noch flexibleren und adäquateren Wissensdiagnose und Unterstützung des Lernenden für den genannten Gegenstandsbereich dar. Im Vordergrund der Modellierung steht die jeweilige Nutzung auf einer "niederen" Repräsentationsebene erworbenen Wissens zur Formulierung von Aussagen auf der nächst "höheren". Zentrale Annahme ist, daß ein Schüler mittels experimentellen und heuristischen Wissens zunächst versucht, anhand einzelner simulierter Experimente Hypothesen darüber zu formulieren, welche Variablen zusammenhängen. Die anschließende mathemati-