

Ontologiebasierte Wissensräume *

Dipl.-Kfm. Yilmaz Alan
Univ.-Prof. Dr. Stephan Zelewski

Institut für Produktion und Industrielles Informationsmanagement
Universität Duisburg-Essen, Standort Essen
Universitätsstraße 9
45141 Essen
Yilmaz.Alan@pim.uni-essen.de
Stephan.Zelewski@pim.uni-essen.de

1. Problemstellung

Ein großer Vorteil, der mit dem Einsatz von Ontologien einhergeht, ist die Möglichkeit der Definition von *Inferenzregeln*, mittels derer „neue“ Fakten zu einer ontologiebasierten Wissensbasis hinzugefügt werden können. Die *inhaltliche* Spezifizierung von Inferenzregeln, die in einem *ontologiebasierten Kompetenzmanagement-System* eingesetzt werden können, ist allerdings bislang größtenteils unerforscht geblieben. Mit dem vorliegenden Beitrag wird ein Ansatz aus der mathematischen Psychologie vorgestellt, mit dem diese Spezifizierungslücke – zumindest teilweise – geschlossen werden kann.

2. Konzept der Wissensräume

Das Konzept der Wissensräume lässt sich auf Arbeiten von DOIGNON/FALMAGNE zurückführen [DoFa99]. Die *Probleme*, die innerhalb einer Domäne von einer Gruppe von Akteuren als relevant erachtet werden, konstituieren die Problememenge \mathcal{P} . Das handlungsbefähigende Wissen – also die Kompetenz – eines Akteurs wird mit der Teilmenge aller Probleme identifiziert, die er zu lösen vermag [Ko99]. Zur formalen Repräsentation des Wissens über Fähigkeiten, Probleme zu lösen, wird die (binäre) *Surmise-Relation* \mathcal{R} aus dem kartesischen Produkt der Problememenge \mathcal{P} mit sich selbst eingeführt:

$$\mathcal{R} \subseteq \mathcal{P} \times \mathcal{P} \quad (1)$$

Die Surmise-Relation bildet das Grundgerüst der Wissensstrukturtheorie, indem sie ein partielles Ordnungsverhältnis – also eine Halbordnung – zwischen den Problemen in der Menge \mathcal{P} konstituiert. Im hier betrachteten Anwendungskontext von Kompetenzmanagement-Systemen wird die Surmise-Relation \mathcal{R} auf die Problemlösungskompetenz von Akteuren zurückgeführt: Die Aussage $(p_1, p_2) \in \mathcal{R}$ gilt genau dann, wenn von jedem

*) Kurzfassung eines Beitrags, der in längerer Fassung als Projektbericht 3/2003, Projekt KOWIEN (Kooperatives Wissensmanagement in Engineering-Netzwerken) vorliegt. Nähere Informationen zu diesem Projekt, das vom BMBF finanziell gefördert und vom Projektträger Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH betreut wird (Förderkennzeichen Hauptband 02 PD1060), finden sich im Internet unter der URL: <http://www.kowien.uni-essen.de>.

Akteur, der ein Problem $p_1 \in \mathcal{P}$ richtig zu lösen vermag, mit triftigen Gründen auch eine richtige Lösung für das Problem $p_2 \in \mathcal{P}$ erwartet werden kann.

Die (partielle) Ordnungsrelation \mathcal{R} erfüllt folgende Eigenschaften:

$$\forall p \in \mathcal{P}: (p,p) \in \mathcal{R} \quad (\text{Reflexivität})$$

$$\forall p_1, p_2, p_3 \in \mathcal{P}: (p_1, p_2) \in \mathcal{R} \wedge (p_2, p_3) \in \mathcal{R} \rightarrow (p_1, p_3) \in \mathcal{R} \quad (\text{Transitivität})$$

$$\forall p_1, p_2 \in \mathcal{P}: (p_1, p_2) \in \mathcal{R} \wedge (p_2, p_1) \in \mathcal{R} \rightarrow p_1 = p_2 \quad (\text{Antisymmetrie}).$$

Die Menge von Problemen, die ein Akteur zu lösen vermag, wird als *Wissenszustand* \mathcal{WZ} des Akteurs bezeichnet. Ein Wissenszustand kann aus der Perspektive von Kompetenzmanagement-Systemen auch als ein *Kompetenzzustand* bezeichnet werden.

Die Definition von Wissenszuständen, die hinsichtlich der Surmise-Relation \mathcal{R} zulässig oder „wohlgeformt“ sind, lautet:

$$\mathcal{WZ} \subseteq \mathcal{P} : \Leftrightarrow \forall p_1, p_2 \in \mathcal{P}: (p_1 \in \mathcal{WZ} \wedge (p_1, p_2) \in \mathcal{R} \rightarrow p_2 \in \mathcal{WZ}) \quad (2)$$

Die Menge \mathcal{W} aller wohlgeformten Wissenszustände zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus [DoFa99, Fa90]: Zum einen ergibt die *Vereinigung* von zwei wohlgeformten Wissenszuständen stets einen neuen wohlgeformten Wissenszustand. Es gilt somit:

$$\forall \mathcal{WZ}_1, \mathcal{WZ}_2: (\mathcal{WZ}_1, \mathcal{WZ}_2 \in \mathcal{W}) \rightarrow \mathcal{WZ}_1 \cup \mathcal{WZ}_2 \in \mathcal{W} \quad (3)$$

Zum anderen ist jede *Schnittmenge* von zwei wohlgeformten Wissenszuständen stets ein neuer wohlgeformter Wissenszustand:

$$\forall \mathcal{WZ}_1, \mathcal{WZ}_2: (\mathcal{WZ}_1, \mathcal{WZ}_2 \in \mathcal{W}) \rightarrow \mathcal{WZ}_1 \cap \mathcal{WZ}_2 \in \mathcal{W} \quad (4).$$

Durch die beiden Eigenschaften wird belegt, dass die Menge \mathcal{W} aller wohlgeformten Wissenszustände bezüglich Disjunktion (3) und Konjunktion (4) der involvierten Problemlösungsfähigkeiten abgeschlossen ist.

Wird die Forderung nach der konjunktiven Abgeschlossenheit (4) aufgegeben, so gelangt man zu dem Konzept der *Wissensräume*. Die Visualisierung eines Wissensraumes erfolgt durch einen UND/ODER-Graph, wie er in der Forschung zur *Künstlichen Intelligenz* eingesetzt wird. Die Formalisierung des UND/ODER-Graphen erfolgt durch die Einführung einer Abbildung σ , die jedem Problem $p \in \mathcal{P}$ eine Familie von Teilmengen aus der Problememenge \mathcal{P} zuordnet:

$$\sigma(p) := \{\mathcal{K}_1, \mathcal{K}_2, \dots, \mathcal{K}_n\} \text{ mit } \mathcal{K}_i \subseteq \mathcal{P} \ (i=1, \dots, n; n \in \mathcal{N}). \quad (5)$$

Die Abbildung σ wird als *Surmise-Funktion* bezeichnet. Die Surmise-Funktion ordnet jedem Problem p aus der Problememenge \mathcal{P} eine Menge von Teilmengen $\mathcal{K}_i \subseteq \mathcal{P}$ zu, die als *Klauseln* bezeichnet werden. Es wird dabei angenommen, dass die Fähigkeit, das Problem p zu lösen, auch die Fähigkeit zur Lösung aller Probleme in mindestens einer Klausel $\mathcal{K}_i \in \sigma(p)$ einschließt.

3. Ontologiebasierte Spezifikation von Wissensräumen

Im Folgenden werden Auszüge¹⁾ aus einer Ontologie vorgestellt, die für die betriebswirtschaftliche Domäne der Kompetenzmanagement-Systeme an der Universität Essen im Rahmen des BMBF-Projekts KOWIEN entwickelt wurde. Die für das Projekt erforderlichen (Teil-)Ontologien wurden in der Ontologie-Entwicklungsumgebung OntoEdit [Su02] konstruiert. Die Spezifikation der Ontologien erfolgte in F-Logic [KLW95], RDF(S) [LaSw99, BrGu02] und DAML+Oil [Ho02].

Stehen zwei Probleme p_1 und p_2 in einer Beziehung der Surmise-Relation – d.h. gilt $(p_1, p_2) \in \mathcal{R}$ –, so lautet die F-Logic-Spezifikation dieses Sachverhalts:

$$p_1:\text{Kompetenz}[\text{hat_Surmise_Konklusion}\rightarrow p_2]$$

Die Eigenschaften der Surmise-Relation \mathcal{R} werden spezifiziert als:

FORALL Kompetenz1

Kompetenz1:Kompetenz[hat_Surmise_Konklusion->>Kompetenz1] (Reflexivität)

und:

FORALL Kompetenz1, Kompetenz2, Kompetenz3

Kompetenz1[hat_Surmise_Konklusion->>Kompetenz3] ←

(Kompetenz1:Kompetenz[hat_Surmise_Konklusion->>Kompetenz2] AND

Kompetenz2:Kompetenz[hat_Surmise_Konklusion->>Kompetenz3]) (Transitivität)

Um die Eigenschaft der Antisymmetrie korrekt darstellen zu können, muss eine Relation „*hat_nicht_Surmise_Konklusion*“ komplementär zur bereits eingeführten Relation „*hat_Surmise_Konklusion*“ definiert werden. Zusätzlich ist es erforderlich, mittels einer Integritätsregel den o.a. Sachverhalt auszudrücken: In der Wissensbasis eines Kompetenzmanagement-Systems darf niemals das faktische Wissen repräsentiert werden, dass hinsichtlich der Surmise-Relation \mathcal{R} durch die Fähigkeit, ein Problem (p_1) zu lösen, eine andere Problemlösungsfähigkeit (p_2) sowohl eingeschlossen ($(p_1, p_2) \in \mathcal{R}$) als auch ausgeschlossen ($(p_1, p_2) \notin \mathcal{R}$) wird. Diese Anforderungen werden durch folgende Festlegungen erfüllt:

FORALL Kompetenz1, Kompetenz2

Kompetenz2[hat_nicht_Surmise_Konklusion->>Kompetenz1] ←

(Kompetenz1:Kompetenz[hat_Surmise_Konklusion->>Kompetenz2] AND

NOT equal(Kompetenz1, Kompetenz2))

FORALL Kompetenz1, Kompetenz2

NOT (Kompetenz2[hat_Surmise_Konklusion->>Kompetenz1] AND

Kompetenz2[hat_nicht_Surmise_Konklusion->>Kompetenz1]) ←

NOT equal(Kompetenz1, Kompetenz2) (Antisymmetrie)

1) Die Ontologie kann unter <http://www.pim.uni-essen.de/mitarbeiter/pimyal/Kompetenzontologie.flo> oder <http://www.pim.uni-essen.de/mitarbeiter/pimyal/Kompetenzontologie.rdf> bezogen werden.

4. Fazit

In dem Beitrag wurde aufgezeigt, wie das Konzept der Wissensräume als formale Grundlage für die Konstruktion von ontologiebasierten Kompetenzmanagement-Systemen verwendet werden kann. Als vorteilhaft erweist sich dieses Vorgehen, da innerhalb von Kompetenzmanagement-Systemen Wissen über Kompetenzen abgelegt werden soll, das möglicherweise lediglich *implizit* vorliegt. Durch die formale Vorstrukturierung von Begriffen, die mittels Ontologien erzielt wird, können Inferenzregeln konstruiert werden. Diese Inferenzregeln ermöglichen die Explikation zuvor impliziten Wissens über Kompetenzen. Darüber hinaus lassen sich auch Integritätsregeln spezifizieren, die für die Konsistenz des Wissens über Kompetenzen sorgen und im Falle einer drohenden Inkonsistenz die erforderlichen „Reparaturmechanismen“ auslösen.

Literaturverzeichnis

- [BrGu02] Brickley, D.; Guha, R.V.: RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema. W3C Working Draft 30 April 2002. URL: <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>
- [DoFa99] Doignon J.P.; Falmagne, J.C.: Knowledge Spaces. Berlin et al. 1999.
- [Fa90] Falmagne, J.C.; Doignon, J.P.; Koppen, M.; Villano, M.; Johannesen, L.: Introduction to Knowledge Spaces: How to Build, Test, and Search Them. In: Psychological Review, Vol. 97 (1990), No. 2, S. 201-224.
- [Ho02] Horrocks, I.: DAML+OIL: A Reason-able Web Ontology Language. In: Jensen, C.S.; Jeffery, K.G.; Pokorný, J.; Saltenis, S.; Bertino, E.; Böhm, K.; Jarke, M. (Hrsg.): Advances in Database Technology - EDBT 2002. Berlin et al. 2002, S. 2-13.
- [KLW95] Kifer, M; Lausen, G.; Wu, J.: Logical Foundations of Object-Oriented and Frame-Based Languages. In: Journal of the ACM, Vol. 42 (1995), No. 4, S. 741-843.
- [Ko99] Korossy, K.: Qualitativ-strukturelle Wissensmodellierung in der elementaren Teilbarkeitslehre. In: Zeitschrift für experimentelle Psychologie, 46. Jg. (1999), Heft 1, S. 28-52.
- [LaSw99] Lasilla, O.; Swick, R.R.: Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification. W3C Recommendation 22 February 1999. URL: <http://www.w3.org/TR/1999/REC-rdf-syntax-19990222/>
- [Su02] Sure, Y.; Erdmann, M.; Angele, J.; Staab, S.; Studer R.; Wenke, D.: OntoEdit: Collaborative Ontology Engineering for the Semantic Web. In: Horrocks, I.; Hendler, J.A. (Hrsg.): The Semantic Web - ISWC 2002. First International Semantic Web Conference, Sardinia, Italy, June 9-12, 2002. Berlin et al. 2002, S. 221-235.