

# Objektrepräsentation mit imaginalen Prototypen

Martin Hoffhenke und Ipke Wachsmuth

Universität Bielefeld, Technische Fakultät, AG Wissensbasierte Systeme  
D-33594 Bielefeld  
email: {martinh, ipke}@TechFak.Uni-Bielefeld.DE

## 1 Motivation

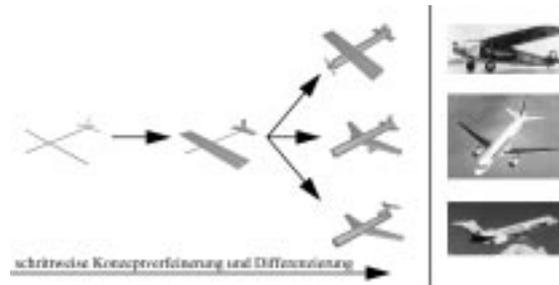
Menschen besitzen eine prototypische Vorstellung vom Aussehen der zu einer Kategorie gehörenden Instanzen. Der Detailreichtum dieser Form-Prototypen scheint jedoch vom Abstraktionsgrad der zu repräsentierenden Kategorie abzuhängen. Speziellere Kategorien unterscheiden sich gerade durch konkretere Ausprägungen bestimmter Details von allgemeineren Kategorien. Die Aufgabe besteht also darin, Form in unterschiedlicher Abstraktheit zu repräsentieren. Eine weitere Aufgabe besteht in der Vererbung räumlicher Objektmerkmale wie beispielsweise der intrinsischen Orientierung eines Objekts.

Im Konstruktionsszenario des SFB 360 erlangen Aggregate für den menschlichen Kommunikationspartner eine Bedeutung aufgrund ihrer Form. Dieser Beitrag stellt einen Ansatz vor, wie eine analogische Repräsentation räumlich-bildhafter Aspekte in einem technischen Agenten realisiert werden kann. Wir nennen diese Repräsentationsform einen *imaginalen Prototypen*. Das Ziel besteht darin, durch die Repräsentation geometrischer und räumlicher Eigenschaften von Objekten eine schnelle und gegenüber Variationen robustere Klassifikation zu erreichen, die auch Hinweise für eine weitere strukturelle Analyse liefert. Durch die Vererbung räumlicher Merkmale soll es möglich werden, Anweisungen der Form „Montiere den Propeller vorne an das Flugzeugs.“ verarbeiten zu können.

## 2 Abstraktionsebenen imaginaler Prototypen

Die Repräsentation imaginaler Prototypen ist gekennzeichnet durch zwei konfigierende Anforderungen. Es muß einerseits möglich sein, Form in ihrer abstraktesten Weise zu repräsentieren. Andererseits muß es auch möglich sein, durch die Repräsentation von diskriminierenden Formmerkmalen Unter- von Oberkategorien zu differenzieren. Imaginale Prototypen müssen also unterschiedlich abstrakte Kategorien (wie z.B. Flugzeug vs. Jet) beschreiben können. Wir postulieren daher einen integrierten Ansatz gradiert abstrahierter Prototyparten.

Die *erste Anforderung* an einen imaginalen Prototypen ist es, Form in ihrer abstraktesten Weise zu repräsentieren. Dies läßt sich gut anhand des Beispiels der Kategorie Flugzeug veranschaulichen, deren Entitäten durch vielfältige Formvarianten gekennzeichnet sind. Es stellt sich die Frage, welche charakteristische Form die Kategorie Flugzeug beschreibt. Es sind die räumlichen Ausdehnungen,



**Abbildung 1.** Kaskadierte Anordnung imaginaler Prototypen: Skelettmodell, Flächenstrukturmodell, Volumenmodell.

die sich in einer konkreten Konfiguration zueinander befinden, die ein Objekt als Flugzeug charakterisieren. Das an eine Strichzeichnung erinnernde dreidimensionale Skelettmodell, als abstrakteste aller möglichen Darstellungsformen, bietet hierfür ein adäquates Beschreibungsmittel (s. Abb. 1 links).

Die *zweite Anforderung* an einen imaginalen Prototypen ist die Möglichkeit der Modellierung diskriminierender Formmerkmale. Dies ist durch ein Skelettmodell allein nicht zu leisten, da eine Differenzierung meist erst in der 2D- oder 3D-Ausprägung der Formmerkmale hervortritt (wie beispielsweise die charakteristische Deltaform von Jagdflugzeugtragflächen). Benötigt werden demnach auch Methoden zur Beschreibung höherdimensionaler Formmerkmale. Damit erscheint also eine Integration von Beschreibungsmechanismen unterschiedlicher Expressivität zu einem Gesamtkonzept eines imaginalen Prototypen notwendig.

### 3 Kaskadenarchitektur zur Integration der Prototypen

Bei der Integration der einzelnen Prototyparten sind zwei wesentliche Punkte zu berücksichtigen: 1. das Einbetten der Prototypen in eine einheitliche Konzeption, um eine Interoperabilität zwischen diesen zu erreichen, und 2. die Bewahrung der jeweiligen Eigenarten der einzelnen Prototyparten, um ihre spezifische Expressivität zu erhalten. Dabei ist zu beachten, daß sich die abstrakte Ausdruckskraft eines Prototypen nicht nur in seinem (geometrischen) Formmodell, sondern auch in dem auf diesem operierenden Klassifikationsalgorithmus manifestiert.

Um die individuellen Charakteristiken jeder Prototypart zu wahren, werden sie einzeln in eine Umgebung mit uniformen Ein-/Ausgabestrukturen eingebettet und kaskadenartig mit abnehmendem Abstraktionsgrad angeordnet (s. Abb. 1). Während des Klassifikationsprozesses durchläuft das Perzept nacheinander die einzelnen Abstraktionsebenen (wie in Abb. 1 angedeutet).<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Eine ausführlichere Darstellung dieser Arbeit findet sich in M. Hoffhenke und I. Wachsmuth: Object Recognition with Shape Prototypes in a 3D Construction Scenario. In W. Burgard, A. B. Cremers, T. Christaller (Hrsg.): *Advances in Artificial Intelligence, Proceedings of the KI-99*, Springer-Verlag, Germany, 1999.