

Diss. ETH No. 13509

# Framework Design

## A Role Modeling Approach

A dissertation submitted to the  
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ZURICH

for the degree of  
DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN  
(DOCTOR OF TECHNICAL SCIENCES)

Dirk Riehle  
Dipl.-Inform., Universität Hamburg

Accepted on the recommendation of  
Prof. Dr. Thomas R. Gross  
Prof. Dr. Douglas C. Schmidt

2000

# Abstract

Role modeling for framework design, as developed in this dissertation, makes designing, learning, and using object-oriented frameworks easier than possible with traditional class-based approaches.

Object-oriented frameworks promise higher productivity and shorter time-to-market for the development of object-oriented applications. These goals are achieved through design and code reuse. While many projects show that these promises can be met, failed projects also show that they are not always easy to reach. This dissertation addresses three pertinent technical problems of designing, learning, and using object-oriented frameworks: complexity of classes, complexity of object collaboration, and lack of clarity of requirements put upon use-clients of a framework.

Role modeling for framework design is an evolutionary extension of class-based modeling of frameworks. The method enhances class-based modeling with role modeling concepts. In this method, objects play roles that are described by role types. An object typically plays several roles, so that the class of an object composes several role types. Moreover, objects collaborate for several different purposes, each of which is called an object collaboration task. Such a task is described by a role model. A class model composes all relevant role models to describe how instances of its classes collaborate. Describing classes as compositions of role types and class models as compositions of role models reduces class and object collaboration complexity.

Going one step further, role modeling for framework design defines frameworks as explicit design and implementation artifacts with well-defined boundaries. A framework defines how to use it with the help of so-called free role types of free role models. A free role model provides free role types for roles that clients of a framework have to play to make proper use of the framework. Free role types are key to defining the requirements put upon use-clients of a framework. Only by acting according to free role types from a free role model may use-clients make use of framework objects. The dissertation shows how these concepts are used to design, use, and layer object-oriented frameworks.

Role modeling for framework design represents a significant improvement over current practice regarding the initially stated problems of framework design. This thesis is validated with the help of

three case studies that show how role modeling for framework design works in practice. Each of the case studies compares a traditional class-based framework design with a framework design based on role modeling. However, each case study does so from a different angle. The first case study on the Geo Object framework compares a traditional design with an enhanced role modeling design. The second case study on the KMU Desktop Tools framework shows how role modeling helps in the redesign of an existing framework and how the redesigned version compares to the old version. The third case study on the JHotDraw framework for drawing editors shows how an existing well-designed framework design can be described even better using role modeling. Finally, all three case studies reflect on the experiences made while carrying them out.

For its validation, the thesis is split up into nine sub-theses, each of which has a problem and an activity dimension. The addressed problems are class complexity, object collaboration complexity, and lack of clarity of requirements put upon use-clients. The activities are designing and redesigning a framework, learning a framework, and using a framework. For each problem/activity pair an argument is made based on the case studies. The overall validation of the thesis becomes the validation of all nine problem/activity pairs.

Role modeling for framework design combines the strengths of role modeling with those of class-based modeling while leaving out their weaknesses. It is therefore an evolutionary extension of current methods that preserves existing investments. Finally, role modeling for framework design is the first comprehensive method to make frameworks explicit design artifacts and to introduce modeling concepts for directly expressing their unique properties.

# Kurzfassung

Der rollenmodellbasierte Entwurf von Frameworks, wie ihn die vorliegende Dissertation beschreibt, macht das Entwerfen, Verstehen, und Verwenden objektorientierter Frameworks einfacher, als es mit herkömmlichen klassenbasierten Entwurfsmethoden möglich ist.

Objektorientierte Frameworks dienen dazu, die Produktivität der Anwendungsentwicklung zu erhöhen und die Zeit zu reduzieren, bis eine Anwendung fertiggestellt und ausgeliefert werden kann. Man hofft, dies durch Entwurfs- und Codewiederverwendung zu erreichen. Viele Projekte zeigen, dass diese Ziele erreicht werden können. Allerdings zeigen gescheiterte Projekte ebenfalls, dass diese Ziele nicht immer einfach zu erreichen sind. Die vorliegende Dissertation behandelt drei zentrale Probleme des Entwurfs und der Verwendung von objektorientierten Frameworks: die Komplexität von Klassen, die Komplexität des Objektzusammenspiels („object collaboration“) und die fehlende Klarheit in den Anforderungen, die ein Framework an Klienten stellt, die es benutzen wollen.

Der Entwurf von Frameworks mittels Rollenmodellierung, wie ihn diese Dissertation entwickelt, ist eine evolutionäre Weiterentwicklung des klassenbasierten Entwurfs. Der Ansatz erweitert den traditionellen klassenbasierten Entwurf mit Konzepten der Rollenmodellierung. Beim vorgestellten Ansatz spielen Objekte Rollen, welche durch Rollentypen beschrieben werden. Normalerweise spielt ein Objekt mehrere Rollen, so dass die Klasse eines Objektes mehrere Rollentypen komponiert. Weiterhin dient das Zusammenspiel von Objekten üblicherweise mehreren unterschiedlichen Aufgaben, die als Objektzusammenspiel mit einer Aufgabe („object collaboration task“) bezeichnet werden. Solch ein Objektzusammenspiel mit einer Aufgabe wird durch ein Rollenmodell beschrieben. Ein Klassenmodell ist dann die Komposition aller relevanten Rollenmodelle; es beschreibt wie Exemplare der Klassen des Klassenmodells zusammenspielen. Die Beschreibung von Klassen als Kompositionen von Rollentypen und von Klassenmodellen als Kompositionen von Rollenmodellen reduziert die Komplexität von Klassen und die Komplexität des Zusammenspiels von Objekten.

In einem weiteren Schritt führt die vorgestellte Methode Frameworks als eigenständige Entwurfs- und Implementierungsartefakte ein, welche sich wohldefiniert gegen ihre Umgebung abgrenzen. Dabei

verwendet ein Framework sogenannte freie Rollentypen, um festzulegen, wie Klientenobjekte Rollen zu spielen haben, um das Framework korrekt zu nutzen. Der Einsatz von freien Rollentypen ist von zentraler Bedeutung, um die Anforderungen zu definieren, die ein Framework an seine Umgebung richtet: Klientenobjekte dürfen Framework-Objekte nur dann benutzen, wenn sie Rollen gemäss freier Rollentypen spielen. Die vorliegende Dissertation zeigt auf, wie diese Konzepte zum Entwurf, zur Verwendung, und zur Schichtenbildung von Frameworks verwendet werden.

Der Entwurf von Frameworks mittels Rollenmodellierung stellt eine signifikante Verbesserung der heute üblichen Praxis dar (in Bezug auf die oben genannten Probleme). Die Dissertation belegt diese These mithilfe von drei Fallstudien, welche illustrieren, wie die geschilderte Methode in der Praxis eingesetzt wird. Jede Fallstudie vergleicht einen herkömmlichen klassenbasierten Framework-Entwurf mit einem Entwurf auf Basis von Rollenmodellierung. Jede Fallstudie wählt dabei eine etwas andere Perspektive und ist durch einen anderen Hintergrund motiviert. Die erste Fallstudie beschreibt das Geo Object Framework, einmal als herkömmlichen klassenbasierten Entwurf und einmal als rollenmodellbasierten Entwurf. Die zweite Fallstudie beschreibt die Revision des Entwurfs des KMU Desktop Tools Framework unter Verwendung von Rollenmodellierung. Die Fallstudie vergleicht den ursprünglichen klassenbasierten Entwurf mit dem neuen rollenmodellbasierten Entwurf. Die dritte Fallstudie zeigt, wie Rollenmodellierung die Dokumentation eines existierenden Frameworks, des JHot-Draw Frameworks für grafische Editoren, verbessern hilft. Alle drei Fallstudien berichten zudem über die Erfahrungen, die bei ihrer Ausführung gemacht wurden.

Für ihre Gesamtvalidierung wird die Dissertations-These in neun Einzelthesen aufgebrochen, die jeweils aus einer Problem- und einer Aktivitätsdimension bestehen. Die betrachteten Probleme sind die Komplexität von Klassen, die Komplexität des Objektzusammenspiels, und die fehlende Klarheit in den Anforderungen, die ein Framework an seine Klienten stellt. Die betrachteten Aktivitäten sind das Entwerfen und Revidieren des Entwurfs eines Frameworks, das Verstehen eines Frameworks und das Verwenden eines Frameworks. Jedes der resultierenden Problem/Aktivitäts-Paare wird einzeln betrachtet. Für jedes Paar wird begründet, warum Rollenmodellierung einen relevanten Fortschritt darstellt. Die Validierung der Dissertations-These insgesamt folgt aus der Validierung dieser neun Einzelthesen.

Der rollenmodellbasierte Entwurf von objektorientierten Frameworks kombiniert die Stärken der Rollenmodellierung mit den Stärken des herkömmlichen klassenbasierten Entwurfs und überkommt dabei viele seiner Schwächen. Der vorgestellte Modellierungsansatz ist damit eine evolutionäre Weiterentwicklung heutiger Methoden, welche existierende Investitionen wahrt. Weiterhin ist der rollenmodellbasierte Entwurf von Frameworks der erste umfängliche Modellierungsansatz, der Frameworks als eigenständige Entwurfsartefakte behandelt und Entwurfskonzepte bereitstellt, welche die spezifischen Eigenschaften von Frameworks ausdrücken helfen.