

Towards Building Blocks for Agent-Oriented Programming

Dipl.-Inf. Tristan Behrens

Abstract

The main concern of this thesis is multi-agent programming, which is preoccupied with the question *how to practically distribute intelligence?*, and thus belongs to the artificial intelligence branch of computer science. To be more precise, the focus of this thesis lies on BDI-based multi-agent programming. This means programming agents that have mental states (beliefs, desires and intentions) and capabilities (deliberation and means-end reasoning): A situation that resembles human cognition on an abstract level.

We contribute to two aspects arising in this research field. The first one is the idea of using standardization in order to support modularity and reusability. That is, identifying components that can be extracted, shared and reused. The second one is heterogeneity: Establishing multi-agent systems that are populated by agents which are implemented by means of different programming paradigms. That is, a state of affairs which is built up in order to exploit complementary functionalities and capabilities, while sharing a single environment.

The main contributions of this thesis are (standardized) interfaces for interpreters, environments and tools. Interpreters are considered to encapsulate individual agents as objects and schedule/facilitate their evolution. Environments represent an external state and define how agents connect to and access sensory and effectoric capabilities for querying and updating that state. Tools are considered to be pieces of software that are capable of querying and evaluating both the internal state of agents and of environments in order to fulfill a distinct and useful purpose. This thesis contains a formalization that reflects our approach, followed by several practical applications of the very formalization.

Zusammenfassung

Das Hauptinteresse dieser Arbeit, die sich mit der Frage *Wie verteilt man Intelligenz?* auseinandersetzt, gilt der Entwicklung von Multiagentensystemen. Damit befindet man sich in der Informatik im Zweig der Künstlichen Intelligenz. Genauer gesagt liegt das Hauptaugenmerk dieser Arbeit auf der BDI-basierten Entwicklung von Multiagentensystemen. Dort werden Agenten programmiert, die sich durch einen mentalen Zustand (*beliefs, desires, intentions*) und mentale Fähigkeiten (*deliberation* und *means-end-reasoning*) auszeichnen, wobei beides den menschlichen Geistesfähigkeiten auf einer abstrakten Ebene ähnelt.

Es wird ein Beitrag zu zwei wichtigen Kernfragen des erwähnten Forschungsbereiches geleistet. Die erste betrifft die Idee der Standardisierung zur Förderung von Modularität und Wiederverwendbarkeit. Dies wird interpretiert als die Identifikation von Komponenten die extrahiert, geteilt und wiederverwendet werden können. Die zweite Kernfrage betrifft die Heterogenität, die mit Multiagentensystemen gleichzusetzen ist, in welchen eine Umgebung von verschiedenen Agenten bevölkert wird, die wiederum mit Hilfe von verschiedenen Programmierparadigmen entwickelt worden sind. Dies dient der Ausnutzung komplementärer Funktionalitäten und Fähigkeiten.

Die Hauptbeiträge sind (standardisierte) Schnittstellen für Interpreter, Umgebungen und Werkzeuge. Interpreter kapseln Agenten in Form von Objekten und planen/ermöglichen deren Evolution. Umgebungen repräsentieren einen externen Zustand und definieren, wie Agenten diesen über Sensoren und Aktuatoren wahrnehmen und manipulieren können. Werkzeuge schließlich sind Softwarekomponenten, welche in der Lage sind sowohl den internen Zustand von Agenten als auch den der Umgebung zu inspizieren und das Ergebnis einem sinnvollen Zweck zuzuführen. Diese Arbeit beinhaltet einen formalen Ansatz, der durch mehrere praktische Anwendungsbeispiele ergänzt wird.