

A Framework for Dynamically Adaptable Augmented Reality Systems

Zusammenfassung

Diese Dissertation stellt ein Softwaregerüst für anpassbare Systeme der Erweiterten Realität in intelligenten Umgebungen vor: das Distributed Wearable Augmented Reality Framework (DWARF). Dieses Framework ist eine wiederverwendbare Basis zur Entwicklung von Anwendungen der Erweiterten Realität und gibt Entwicklern ein Gerüst vor, um existierende Komponenten anzupassen oder eigene hinzuzufügen.

Erweiterte Realität (Augmented Reality) ist ein Interaktionsparadigma, das Benutzern neue Möglichkeiten zur Interaktion mit ihrer Umgebung ermöglicht. Durch das Verfolgen von Position und Blickrichtung der Benutzer und realer Objekte in der Umgebung, kann die Welt der realen Objekte durch virtuelle Objekte erweitert werden. Das bekannteste Beispiel ist die Überlagerung von realen Objekten und Computergrafik in einer Datenbrille (Head-mounted Display). DWARF beschreibt Anwendungen der Erweiterten Realität auf vier Abstraktionsschichten: Applikationsschicht, Interapplikationsschicht, Lösungsraumschicht und die Schicht des Architekturstils.

Für die Schicht des Architekturstils schlage ich einen vertragsbasierten Peer-to-Peer-Architekturstil vor. Ein System besteht aus einer Konfiguration von gegenseitig abhängigen verteilten Diensten. Der Aufbau von Verbindungen zwischen Diensten erfolgt durch eine aktive Middleware, die auf der Basis von Dienstbeschreibungen die Verknüpfungen herstellt. Bisherige Lösungen für Erweiterte Realitätssysteme sind meist entweder monolithisch oder als Client/Server-System aufgebaut. DWARF verwendet eine Erweiterung der komponentenorientierten Softwareentwicklung. Komponenten auf dem Anwenderrechner und in der Umgebung werden gleichberechtigt als Systembausteine verwendet. Zudem erweitere ich den komponentenorientierten Ansatz zu einem dienstorientierten Ansatz. Eine Anwendung besteht nicht aus Instanzen von Komponenten, sondern aus einer Konfiguration von Diensten auf dem Anwenderrechner und Diensten in der Umgebung der Anwenders. Eine aktive Middleware ermöglicht die dynamische Anpassung an Änderungen in der Umgebung durch eine Umkonfiguration des Systems.

Für die Lösungsraumschicht gebe ich eine abstrakte Referenzarchitektur und ein System von Entwurfsmustern für Systeme der Erweiterten Realität an. Grundlage ist eine umfassende Analyse von bestehenden Systemen. Schließlich gebe ich als Fallstudie für die Anwendbarkeit des Frameworks das Subframework M³ARF für mobile Wartungssysteme und eine darauf aufbauende Navigationsanwendung als Teil eines solchen mobilen Wartungssystems an, DWARF Pathfinder. Diese Fallstudie umfasst die Applikationsschicht, die Interapplikationsschicht und die Lösungsraumschicht.

Abstract

In this dissertation I present a software framework for adaptable Augmented Reality systems in intelligent environments: the Distributed Wearable Augmented Reality Framework (DWARF). The framework is a reusable basis for the development of Augmented Reality applications and gives developers a system structure to customize existing or develop new components.

Augmented Reality is a human-computer interaction paradigm offering users new possibilities to interact with their environment. By tracking the position and viewing direction of the user and of real world objects in the environment, real world objects can be augmented with virtual objects. The most prominent example is the overlay of real world objects with computer graphics in a head-mounted display. DWARF models Augmented Reality applications in four abstraction layers: application layer, inter-application layer, solution domain layer, and architectural style layer.

For the architectural style layer, I specify a contract-based peer-to-peer style. A system is a configuration of mutually interdependent distributed services. The connections between services are established by an active middleware based on an abstract service specification. Existing solutions for Augmented Reality are usually designed as monolithic or client/ server systems. DWARF uses an extension of component-oriented software engineering. Components on the user's computer and in the environment are both used as building blocks for Augmented Reality systems. Further on, I extend the component-based system approach to a service-based approach. An application is not built from instances of components, but from a configuration of services available on the user's computer and in the environment. An active middleware enables the dynamic adaptation of the system to changes in the environment by a reconfiguration of the system.

For the solution domain layer, I present an abstract reference architecture and a system of patterns for Augmented Reality systems. The foundation for them is a broad analysis of existing Augmented Reality systems. Finally, as a case study for the applicability of the framework, I present the subframework M³ARF for mobile maintenance systems and a navigation application as part of such a mobile Augmented Reality maintenance system, DWARF Pathfinder. This case study covers the application layer, the inter-application layer, and the solution domain layer.