

SubtleGuide

Adaptive subtle Guidance-Cues zur Stabilisierung räumlicher Orientierung in virtuellen 3D-Umgebungen

Programm / Ausschreibung	Dissertationen FH OÖ, Dissertationsprogramm FH OÖ, Dissertationsprogramm der FH OÖ 2026	Status	laufend
Projektstart	01.10.2026	Projektende	30.09.2029
Zeitraum	2026 - 2029	Projektlaufzeit	36 Monate
Barwert der Projektförderung	€ 120.000		
Keywords	Räumliche Orientierung; Adaptive Guidance; Subtile Cues; Virtuelle 3D-Umgebungen; Human-Computer Interaction		

Projektbeschreibung

Ausgangssituation und Motivation. Virtuelle 3D-Umgebungen spielen VR-Trainings, Simulationen, Lernsystemen und Games eine zentrale Rolle. Räumliche Orientierung ist dabei Grundvoraussetzung für effektive Interaktion: geht sie verloren, leiden Effizienz, Immersion und Flow. Etablierte Orientierungshilfen wie Mini-Maps, Kompass-Overlays oder Waypoints sind funktional, brechen jedoch den immersiven Charakter der Umgebung und sind für Low-HUD- oder No-HUD-Szenarien ungeeignet. Subtile diegetische Cues wie Lichtakzente, Kontraste oder Landmarken können Orientierung unaufdringlich stützen, werden bislang aber nur statisch eingesetzt; unabhängig davon, ob Nutzer:innen tatsächlich Orientierung verlieren. Es fehlt ein generischer, adaptiver Ansatz, der subtile Cues situativ und zur Laufzeit einsetzt, also nur dann und nur so stark, wie es die aktuelle Orientierungssituation erfordert.

Ziele und Innovationsgehalt. Das Dissertationsvorhaben entwickelt und erforscht ein adaptives System, das Anzeichen sinkender räumlicher Orientierung in Echtzeit erkennt und mit subtilen, in die virtuelle Welt integrierten Guidance-Cues reagiert. Die Ziele umfassen (1) eine systematische Klassifikation subtiler Orientierungscues mit einem für Level-Designer:innen nutzbaren Vokabular aus Cue-Kategorien, Einsatzkontexten und Wirkdimensionen, (2) die empirische Untersuchung der Wirksamkeit verschiedener Cue-Formen in freier Exploration, zielgerichteter Suche und dynamischen Szenarien, (3) ein Messmodell, das Orientierungszustände aus Verhaltensdaten wie Zeit, Trajektorie, Richtungswechseln und optional Blickdaten ableitet, (4) einen adaptiven Steuerungsansatz, der Art, Intensität und Zeitpunkt der Cue-Darstellung graduell anpasst, sowie (5) die empirische Validierung hinsichtlich Orientierungsleistung, Immersion und Aufdringlichkeit. Der Innovationsgehalt liegt in der neuartigen Verbindung von systematischer Cue-Klassifikation, datenbasierter Adaptivität und prototypischer Echtzeitumsetzung. Im Gegensatz zu bestehenden On/Off-Systemen wird Guidance bedarfsgesteuert und graduell dosiert und als Mechanismus zur Aufmerksamkeitslenkung auf orientierungsrelevante Umweltmerkmale verstanden, nicht als explizite Zielführung. Methodisch werden konzeptionelle Kategorienbildung, kontrollierte Experimente, simulierte Adaptivität (Wizard-of-Oz) und eine Umsetzung in der Unreal Engine kombiniert.

Angestrebte Ergebnisse. Erwartet werden eine validierte Kategorisierung subtiler Guidance-Cues mit Design-Vokabular, empirische Evidenz zu ihrer Wirksamkeit über mehrere Szenariotypen, ein kalibriertes Messmodell zur Echtzeit-Erfassung von Orientierungszuständen, ein prototypisches Unreal-Engine-Plugin mit Demonstrator-Szenen sowie evidenzbasierte Gestaltungsrichtlinien für XR-Anwendungen, digitale Leitsysteme und Games. Geplant sind mindestens drei Publikationen an internationalen Top-Venues (u. a. CHI, CHI PLAY, TOCHI). Aufbauend auf Vorarbeiten, in denen minimale Landmark-Merkmale Lokalisierungsfehler um rund 79 % reduzierten, zielt das Vorhaben auf stabile, immersionswahrende und individuell angepasste Orientierungsunterstützung.

Abstract

Background and Motivation. Virtual 3D environments play a central role in VR training, simulations, learning systems, and games. Spatial orientation is a fundamental prerequisite for effective interaction: when it breaks down, efficiency, immersion, and flow suffer. Established orientation aids such as mini-maps, compass overlays, or waypoints are functionally effective, but they disrupt the immersive character of the environment and are unsuitable for low-HUD or no-HUD scenarios. Subtle diegetic cues such as lighting accents, contrasts, or landmarks can support orientation unobtrusively, yet they are currently used only statically, regardless of whether users are actually losing their bearings. What is missing is a generic, adaptive approach that deploys subtle cues situationally and at runtime, that is, only when and only as strongly as the current orientation situation requires.

Objectives and Innovation. This doctoral project develops and investigates an adaptive system that detects signs of declining spatial orientation in real time and responds with subtle guidance cues embedded in the virtual world. Its objectives are (1) a systematic classification of subtle orientation cues, expressed as a vocabulary of cue categories, deployment contexts, and effect dimensions usable by level designers, (2) empirical investigation of the effectiveness of different cue forms in free exploration, goal-directed search, and dynamic scenarios, (3) a measurement model that derives orientation states from behavioural data such as time, trajectory, directional changes, and optionally gaze data, (4) an adaptive control approach that gradually adjusts the type, intensity, and timing of cue presentation, and (5) empirical validation with respect to orientation performance, immersion, and perceived intrusiveness. The innovation lies in the novel combination of systematic cue classification, data-driven adaptivity, and a prototypical real-time implementation. In contrast to existing on/off systems, guidance is dosed on demand and in graduated form, and is understood as a mechanism for directing attention to orientation-relevant features of the environment rather than as explicit wayfinding. Methodologically, the project combines conceptual category building, controlled experiments, simulated adaptivity (Wizard-of-Oz), and an implementation in Unreal Engine.

Expected Outcomes. The project is expected to deliver a validated categorisation of subtle guidance cues with an associated design vocabulary, empirical evidence on their effectiveness across multiple scenario types, a calibrated measurement model for real-time assessment of orientation states, a prototypical Unreal Engine plugin with demonstrator scenes, and evidence-based design guidelines for XR applications, digital wayfinding systems, and games. At least three publications at leading international venues (including CHI, CHI PLAY, and TOCHI) are planned. Building on prior work in which minimal landmark features reduced localisation errors by approximately 79%, the project aims to provide stable, immersion-preserving, and individually adapted orientation support.

Projektpartner

- FH OÖ Forschungs & Entwicklungs GmbH