

Lehrform (*teaching format*) / **SWS** (*hours per week*): 3VL + 1UE

Kreditpunkte (*credit points*): 6

Turnus (*frequency*): usually, each winter term

Inhaltliche Voraussetzungen: Kenntnisse aus der Vorlesung “Computergraphik” sind an einigen Stellen von Vorteil, aber auch ohne diese kann man der Vorlesung “Virtual Reality” i.A. gut folgen. Einfache Programmierkenntnisse in C++ werden in der zweiten Hälfte benötigt. Im letzten Drittel der VL werden einfache Differentialgleichungen benötigt.

Content-related prior knowledge or skills: On some rare occasions, basic computer graphics knowledge is helpful (missing knowledge can be learned on demand easily and quickly by oneself). Also, a little bit of math will be required towards the last third of the course. A bit of programming skills in C++ will be necessary towards the second half of the course (it is recommended that students attend the course “Propädeutikum C/C++” before taking this course).

Sprache (*language*): English / Deutsch

Lehrende (*teaching staff*): AG Computergraphik (Prof. Dr. Gabriel Zachmann, u.a.)

Studiengang (<i>degree program</i>)	Module	Semester
Informatik (Master)	IMAP, IMAP-VMC, IMAP-DMI	ab 1.Sem.
Digital Media (Master)	DMM-MI	ab 1.Sem.
Informatik (Bachelor)	(nur <i>Freie Wahl</i>)	
Zertifikatsstudium DiMePäd	DM in Lernumgebungen	ab 1.Sem.

Lernergebnisse:

- Technologien und Konzepte der VR kennen
- Konzepte Immersion, Wiedergabetreue, Präsenz, Virtual Body Ownership erkennen und erklären können
- Verschiedene virtuelle Umgebungen klassifizieren können
- Grundlegende User-Modelle kennen
- wichtige 3D- und immersive Interaktionsmetaphern kennen
- grundlegende Algorithmen und Methoden zur Simulation verschiedener Modalitäten virtueller Umgebungen kennen

Learning Outcome:

- Knowledge of technologies and concepts of VR
- Ability to classify and develop different virtual environments
- Knowledge of important 3D and immersive interaction metaphors
- Ability to design and develop their own 3D interaction techniques
- Knowledge of some fundamental user models
- Basic concepts of the fundamental algorithms and methodologies for simulating various modalities of virtual environments (mechanical behavior, sound, haptics/force feedback)
- Ability to study the advanced scientific literature on physically-based simulation, procedural simulation, real-time rendering, 3D user interaction, virtual reality in general.

Inhalte:

Virtuelle Realität (VR) befindet sich an der Überschneidung von Computer-Graphik, physikalisch-basierter Simulation, und Human-Computer-Interaction (HCI). VR befaßt sich mit neuartigen Eingabegeräten, intuitiver und direkter Interaktion, Immersion, Echtzeit-Rendering und physikalisch-basierter Simulation in Echtzeit. Bei letzterem geht es um die möglichst realistische Simulation von natürlichen Phänomenen, z.B. Feuer, von Stoff, z.B. als Kleidung, oder dem Verhalten starrer Objekte bei Stößen.

VR hat sich inzwischen in verschiedenen Anwendungsbereichen als wichtiges Werkzeug durchgesetzt, u.a. im Automobil- und Flugzeugbau und der Medizin. Außerdem lassen sich viele Techniken und Lösungen auch im Bereich der Computerspiele anwenden.

In dieser Vorlesung werden zunächst grundlegende Methoden und Algorithmen vorgestellt. Anschließend werden Themen behandelt, die für ein komplexes VR-System relevant sind (z.B. Objekt-Verhalten, Kollisionserkennung, akustisches Rendering, etc.).

Geplante Themen:

- Einführung, Begriffe, Immersion, Anwendungen
- VR-Geräte: Displays, Tracking, Software-Design
- Stereo-Rendering
- Fehlerkorrektur: Tracking-Korrektur, Filterung,
- Techniken für Real-time Rendering
- Grundlegende immersive Interaktionstechniken: Gestenerkennung, Navigation, Selektion, Greifen, Menüs in 3D
- Komplexere immersive Interaktionstechniken: World-in-Miniature, Action-at-a-Distance, etc.
- Kollisionserkennung
- Force-Feedback: Rendering von Kräften
- Akustisches Rendering
- Partikelsysteme
- Feder-Masse-Systeme

Die Übungen sind sämtlich praktischer Natur und basieren fast ausschließlich auf der weit-verbreiteten, VR-fähigen Game Engine "Unreal". In der ersten Hälfte genügt sogenanntes "visual programming", in der zweiten Hälfte werden einfache C++-Kenntnisse notwendig. Gerne dürfen die Aufgaben auch in kleinen Teams bearbeitet werden.

Contents:

Virtual Reality (VR) is at the intersection of computer graphics, physically-based simulation, and 3D human-computer interaction. VR investigates novel input devices, intuitive and direct interaction metaphors, immersion and presence, real-time rendering, and physically-based simulation in real-time. The latter strives to simulate object behavior and natural phenomena, such as fire, cloth, or the behavior of rigid objects colliding with each other.

VR has evolved into a valuable tool in many application areas, such as the manufacturing industries (cars, airplanes, and ships) and medical applications. In addition, a lot of the techniques and solutions developed in VR are readily applicable in the computer games industry.

This course will comprise the following topics, subject to change:

- Introduction, immersion, fidelity, presence, virtual body ownership, applications
- Scenegrph concepts and game engine architectures

- VR devices, displays and tracking
- Stereoscopic vision, stereo displays, stereo rendering
- Techniques for real-time rendering
- Basic immersive 3D interaction techniques: navigation, object selection, grasping, user models, system control in 3D
- Advanced immersive interaction techniques: world-in-miniature, action-at-a- distance, redirected walking, etc.
- Collision detection
- Force feedback (rendering forces) and haptics
- 3D sound rendering
- Particle systems
- Mass-spring systems.

All assignments will be practical ones. They are based on the widespread game engine Unreal. Some assignments will require only “visual programming” skills, later assignments will require some basic programming skills in C/C++. Team development (2–4) is welcome.

Hinweise (*remarks*):

- Home page of the course can usually be found at <https://cgvr.cs.uni-bremen.de/teaching/>
- The table lists only the primary / most specific modules to which this course is assigned.