

# Virtual Augmented Reality VO

## Fragenkatalog

### 1.1 Anwendungsgebiete VR/AR

**1.2 Nennen und beschreiben Sie insgesamt 5 Gründe (=Vorteile) die für einen Einsatz von Virtual- oder Augmented Reality in der Praxis (in verschiedensten Anwendungsbereichen) sprechen. (3)**

#### Entertainment:

VR erlaubt völlige Immersion ins Spielgeschehen

Verteilte Zusammenarbeit

Coolness & Fun Faktor

#### Training und Ausbildung:

unbeschränkte Übungsmöglichkeit

aktive Teilnahme → erhöhtes Interesse.

neuartige Trainings-, Lernmethoden und Lerninhalte

med. Training: schlecht zu übende Operationen oder seltene Eingriffe proben

Lernen: Japanisch lernen durch entdecken einer fremden Umgebung

NICE: Bringt Kindern Biologie auf spielerischer Weise bei

„Science Space“: begreifbarmachen von Bewegung, molekularen Strukturen

„Construct 3D“: Geometrieunterricht mit AR

Virtual Gorilla Exhibit Project: Verhalten von Gorillas kennenlernen

#### Rehabilitation & Therapie

- Rehabilitation von Schlaganfall Patienten
  - Verbesserung der Beweglichkeit
  - Frustration/ Gefahren minimieren
- Zur Ablenkung bei Verbandswechseln ( → messbarer Rückgang von Schmerzen)
- Behandlung von Aufmerksamkeitsdefizit Patienten -> zB im Klassenraum mit Ablenkungen
- Zur Heilung von Angstzuständen

#### Modellierung, Kunst und Design

- Architekturvisualisierung: Einsicht in die Bapläne, oder in historische Städte.
- Künstlerischer Einsatz: Malen im CAVE

### 1.3 Welche 3 Eigenschaften muss Augmented Reality erfüllen (Azuma's Definition)? (2)

- Kombination oder Überlagerung von Realität und VR
- Objekte in einem 3D-Bezug stehen zueinander stehen(Registrierung).
- Die Interaktion erfolgt in Echtzeit.
- Präzises, schnells und robustes Tracking und Registrierung wird benötigt.

## 1.4 Welche Möglichkeiten und Anwendungsgebiete der VR gibt es im psychotherapeutischen Bereich?

### Rehabilitation & Therapie

- Rehabilitation von Schlaganfall Patienten
  - Verbesserung der Beweglichkeit
  - Frustration/ Gefahren minimieren
- Zur Ablenkung bei Verbandswechseln ( → messbarer Rückgang von Schmerzen)
- Behandlung von Aufmerksamkeitsdefizit Patienten -> zB im Klassenraum mit Ablenkungen
- Zur Heilung von Angstzuständen

## 1.5 Wie funktioniert VR in der Therapie

### Therapieablauf:

- Graduelle Auseinandersetzung mit dem Problem
- kontrollierte Steigerung der Stimuli
- funktioniert nur, wenn sich der Benutzer in der virtuellen Umgebung präsent fühlt
- Puls, Hautfeuchtigkeit und Körpertemperatur werden zusätzlich gemessen

## 2.1 Was passiert in der geometry stage (t&l)? was passiert davor/danach?

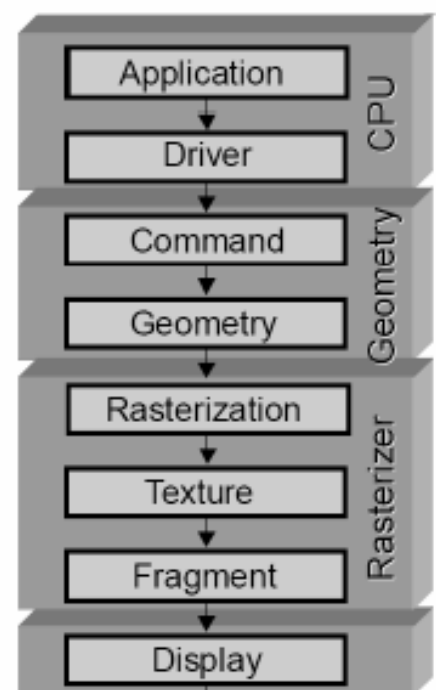
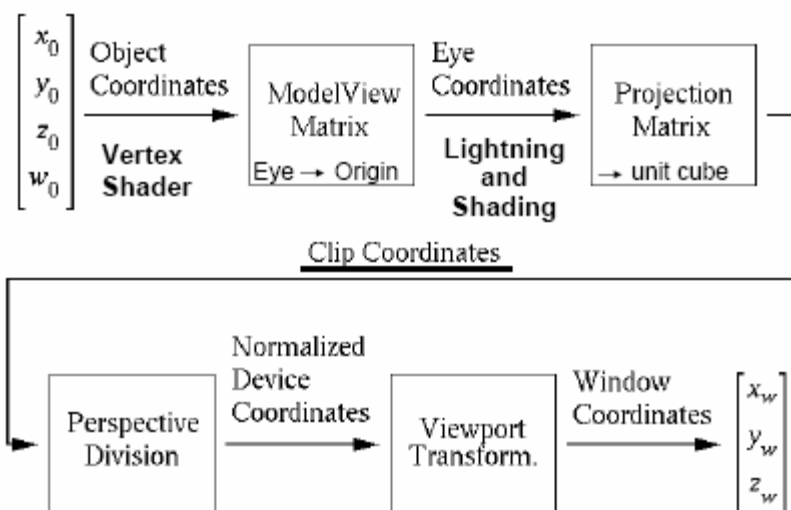
### Application:

- Geometrischen Primitive, Kamera, Objekteigenschaften(wie Texturen, Farbe, usw) werden erzeugt
- → über APIs (OpenGL, Direct3D) oder High Level APIs (Java3D, Inventor)
- Eingabebehandlung
- Optimierungen durch LoD, Culling, Hierarchien, Triangulierung

### Dirver:

- wandelt API aufrufe in HW Befehle um
- macht Speichermanagement und Datenantransfer
- Emulation von nicht vorhandenen Features

### Geometry:



### **Rasterization:**

- Input sind 2D Primitive: Punkte, Linien, Texturen
- Output sind Fragments (Pixelkoord. + Farbe + Z-Wert + Textur-Koord.)
- Verschiedenste Buffer kommen zum Einsatz:
  - Frame, Depth, Stencil, Accumulation und P-Buffer

### **Display stage**

- Framebuffer Format wird definiert(RGBA mit 32, 24, 16, 8 bpp)
- verwendet Double, Triple oder Quad(=Doublebuffering für Linkes/Rechtes Auge) Buffering
- Vom Framebuffer wird dann auf den Bildschirm gerendert

## **2.2 Welche Arten von Buffern gibt es in OpenGL (Erklärung)?**

**Frame Buffer** - Farbe RGB + Alpha

**Depth Buffer** (z-Buffer) - Benötigt man um übereinanderliegende Pixel über ihren Tiefenwert richtig zu zeichnen.

**Stencil Buffer** - Im einfachsten Fall wird durch den Stencilbuffer das Renderinggebiet begrenzt.

**Accumulation Buffer** - Aufaddierung und Querschnittbildung der gezeichneten Pixel (Antialiasing)

**P-Buffer** - Zusätzlicher Farbbuffer -> direct rendering

## **2.3 Was versteht man unter quad-buffered Stereo? (1)**

Quad-Buffering = Doublebuffering jeweils für das linke/recht Auge

Double Buffering = im BackBuffer wird Bild erzeugt, gleichzeitig wird im FrontBuffer das Bild angezeigt => danach SwapBuffers()

### 3.1 Was ist paralleles Rendering (à la SLI bzw. CrossFire) und welche Modi gibt es?

#### SLI (Scalable Link Interface)

Entwickelt von Nvidia

Verbunden durch eine bridge (PCIe Kommunikation)

#### 2 Modi zum Rendern:

- **SFR** (Split Frame Rendering) – Teilt jedes Frame in die Hälfte und übergibt deren Hälften jeweils an eine Graphikkarte
- **AFR** (Alternate Frame Rendering) – 1. Frame an 1. Grafikkarte, 2. Frame an 2. Grafikkarte und das alternierend

#### Crossfire

Entwickelt von ATI

Verbunden über ein Kabel

#### 3 Modi zum Rendern:

- **Supertiling** – der Frame wird Schachbrettmusterartig aufgeteilt und jeweils an die Graphikkarten weitergegeben („schwarze“ Felder 1. Graphikkarte, „weiße“ Felder 2. Graphikkarte)
- **Scissors** – (siehe SFR)
- **Alternate Frame Rendering** – (siehe AFR)

Bei beiden Technologien können nur 2 Graphikkarten miteinander verbunden werden.

### 3.2 Was versteht man unter Framelock und Genlock und wofür wird es eingesetzt? (3)

**Framelock** – Synchronisiert den Framebuffer Swap. Das Neuzeichnen passiert zur selben Zeit

**Genlock** – Synchronisiert die einzelnen Pixel (vertical synch, den electron beam eines CRT)

**Verwendung:** PC Cluster mit spezieller Hardware (im CAVE) zur Synchronisation von PCs  
Synchronisation von mehreren Projektoren

#### 4.1 Aus welcher Software Komponenten besteht ein optisches Trackingsystem? Welche Schritte müssen vom Einlesen der Bilder bis hin zur Ausgabe der Position und Orientierung der getrackten Marker abgearbeitet werden? (6)

##### I. Kamerakalibrierung:

Entweder mit *instruktiven Parametern*, wobei hier zB ein Schachbrettmuster(wie in der LU) zur Kalibrierung der Kamera verwendet wird. Die Kamera versucht nun dieses Schachbrettmuster zu erkennen. Da Linsen einer Kamera das Bild verzerren, verwendet man verschiedene Algorithmen, um diese Verzerrung herauszurechnen. *Non-linear lens distortion Modelle* wäre zB *Radial /tangential distortion oder Focal distance*.

Oder man Kalibriert mit *extrinktiven Parametern*. Man berechnet die Position und Orientierung der Kameras und der Referenzpunkte zueinander. Hierzu wird zB der Algorithmus von *Svoboda* verwendet wo man mindestens 3 Kameras und einen Referenzpunkt benötigt.

##### II. Segmenation und Featureerkennung:

In diesem Schritt werden sogenannte *Blobs* erkannt und errechnet. Dieser Prozess besteht aus 2 Schritten. Erstens muss man einen *binären Grenzwert* setzen, um mögliche Blob Kanidaten auszuwählen. Der zweite Schritt zur Erkennung von Blobs besteht darin den *Schwerpunkt* dieser Blobs *mittels per-pixel difference matting* zu errechnen. Ein Problem das dabei auftreten kann, ist dass sich die Blobs überschneiden können. Hierzu verwendet man den *countour-based segmentation* oder *Hough circle finder* Algorithmus, der ganz einfach nur die Konturen der Kreise errechnet und erkennt und somit Überlappung ausmerzen kann.

##### III. Feature Korrelation:

Dabei werden die Blobs miteinander verglichen, um eventuelle Korrelationen ausfindig zu machen.

##### IV. Projektive Rekonstruktion:

Mit dieser Methode ist es nun möglich die *3-DOF Makerposition* zu errechnen. Man schießt hier *Rays* von der Kameraposition weg und betrachtet deren *Schnittpunkte* zueinander. Somit ergibt sich eine *Punktwolke*, womit man nun die Markerposition errechnen kann.

##### V. Model-fitting:

Man berechnet für jedes Markerpaar die *euklidische Distanz* zueinander, um schlussendlich *vorkalibrierte Markerkonstalationen* zu erstellen.

##### VI. Pose estimation:

Schlussendlich wird basierend auf das zuvor berechnete Modell die 6-DOF(Rotation/Translation) für jede Markerkonstalation berechnet.

## 4.2 Was ist eine sinnvolle Kombination von Tracking-Techniken?

### Hybride Tracker:

Kompensieren Schwächen der einzelnen Verfahren durch Kombination mehrere Systeme.

*Intersense IS-600* verwendet interiale und akustische Trackingmethoden

Vorteile: schnell(durch interial)  
genau (durch akustik)

Nachteile: drift (durch interial)  
langsam (durch akustik)

*Intersense IS-1200* verwendet interiale und optische Trackingmethoden

Vorteile: schnell(durch interial)  
genau (durch optisch)

Nachteile: Marker werden benötigt (durch optisch)

## 4.3 Man hat eine kleine Rennstrecke (5m x 5m) für ferngesteuerte Autos. Man will Stunts, Drifts und dergleichen tracken.

### o Welche Technik ist am geeignetsten?

Optisches Tracking mit Inside-Out Tracking, da es für mobile Objekte geeignet ist. Hierzu bietet sich HiBall gut an da es hohe Update Rate(2000 Hz) und sehr hohe Genauigkeit besitzt. Es sollten dann auch aktive Marker(Infrarot LEDs) verwendet werden um veränderte Lichtverhältnisse irrelevant zu machen.

Vorteile: Sehr genau (Millimetergenau)  
ungebunden Tracking (kabellos)

Nachteile: „Verdeckungsproblem“  
es sind Marker notwendig

### o Welche Technik wäre eine Alternative?

Akustisches Tracking, funktioniert mit Ultraschallwellen (man nimmt an dass diese konstant sind). Mittels 3 Mikrophone am Auto montiert mit einem Lautsprecher. Lautsprecher sendet schickt sequentiell Signal aus, Empfänger muss durchgehend empfangen. Vielleicht zusätzlichen Empfänger für Fehlerkorrektur.

### Vorteile

- Keine Interferenzen mit Metall
- leicht und klein
- relativ billig

### Nachteile

- Objekte die dazwischen liegen, könnten Signal stören
- Genauigkeit hängt von der Konstanten Ton-Geschwindigkeit ab (welche Abhängig ist von Temperatur, Luftdruck, ...)

**4.4 Welche Tracking-Technologie (Trackingsystem) würden Sie empfehlen um die ungefähre Position (wenn möglich auf ~10-20cm genau) von Schauspielern während einer Theateraufführung auf einer Bühne zu tracken (um zB automatisch Scheinwerfer und Kameras auf die Schauspieler auszurichten).**

**a) Begründen Sie Ihre Entscheidung (Beschreibung des Funktionsprinzips der Technologie. Gründe für die Wahl in Bezug zur Anwendung (3)**

**c) Erklären Sie Vor- und Nachteile, der von Ihnen gewählten Technologie (2)**

Optisches Tracking mit Inside-Out Tracking, da es für mobile Objekte geeignet ist. Hierzu bietet sich HiBall gut an da es hohe Update Rate(2000 Hz) und sehr hohe Genauigkeit besitzt. Es sollten dann auch aktive Marker(Infrarot LEDs) verwendet werden um veränderte Lichtverhältnisse irrelevant zu machen.

**Vorteile:**        Sehr genau (Millimetergenau)  
                          ungebundenes Tracking (kabellos)

**Nachteile:**     „Verdeckungsproblem“  
                          es sind Marker notwendig

**b) Vergleichen Sie Ihre Wahl mit einer Anderen Trackingtechnologie (inkl Beschreibung des Funktionsprinzips dieser anderen Technologie) (3)**

**c) Erklären Sie Vor- und Nachteile, der von Ihnen gewählten Technologie (2)**

Akustisches Tracking, funktioniert mit Ultraschallwellen (man nimmt an dass diese konstant sind). Mittels 3 Mikrophone am Schauspieler montiert mit einem Lautsprecher. Lautsprecher sendet schickt sequentiell Signal aus, Empfänger muss durchgehend empfangen. Vielleicht zusätzlichen Empfänger für Fehlerkorrektur.

**Vorteile**

- Keine Interferenzen mit Metall
- leicht und klein
- relativ billig

**Nachteile**

- Objekte die dazwischen liegen, könnten Signal stören
- Genauigkeit hängt von der Konstanten Ton-Geschwindigkeit ab (welche Abhängig ist von Temperatur, Luftdruck, ...)

### 5.1 Wie können 2 personen einen projektive table verwenden?

**Private Screen** - Bildschirm wird unterteilt (Framebuffer pro User).

**Frame interleaving** – Bildschirm zeigt sequentiell die Bilder der verschiedenen User an  
mittels Shutter Glasses bekommt jeder User das richtige Bild zu sehen.

**Screen partitioning** - Bildschirm wird durch Optiken separiert.

### 5.2 Was versteht man unter aktivem und passivem Stereo? Welche Ausgabegeräte (Beispiele) werden für die jeweiligen Technologie verwendet? (4)

**Aktiven Stereo** - Hier wird anhand Shutter Glasses das richtige Bild erzeugt

#### CAVE:

3-6 große Schirme

Benutzer befindet sich in einem Raum (gute Immersion)

üblicherweise durch PC-Cluster angesteuert

**Passives Stereo** – Wird anhand Polarisation richtiges Bild im Auge erzeugt

#### Projektionswände:

Mehrere Projektoren bestrahlen eine große Fläche

Überlappenden Kanten durch edge blending gelöst

Synchronisation der Displays mittels Genlock, Framelock

### 5.3 Wie werden multiprojektionen mit sauberen übergängen ermöglicht

Überlappenden Kanten durch edge blending gelöst

### 5.4 Nennen und erklären sie die zwei techniken zum syncen der projektoren

Synchronisation der Displays mittels:

**Framelock** – Synchronisiert den Framebuffer Swap. Das Neuzeichnen passiert zur selben Zeit

**Genlock** – Synchronisiert die einzelnen Pixel (vertical synch, den electron beam eines CRT)

### 5.5 Was ist der Unterschied zwischen optischem see-through und video see-through? Erklären Sie kurz beide Funktionsprinzipien. (2)

**Optical see-through** – halbtransparente Schirme vor den Augen, damit man die reale Welt erblicken kann

**Video see-through** - Kamera nimmt reale Welt auf und überblendet diese Aufnahme im Schirm

See-through HMD werden in AR verwendet.



## 6.1 Was bedeutet "traversieren"?

Es muss jeder Node traversiert werden

Es wird eine State-Engine verwendet

Szenegraphen unterscheiden sich in der Behandlung von Gruppenknoten

Inventor verwendet geordnete Gruppen, die von links nach rechts traversiert werden (States werden weitergegeben)

Java3D als Beispiel verwendet ungeordnete Gruppenknoten, die States werden also nur von oben nach unten weitergegeben, was paralleles Rendern von nebeneinanderliegenden Knoten ermöglicht

## 6.2 Was ist ein NodeKit?

Sind vorgefertigte sub-Szenegraphen, die die Konstruktion von semantisch Korrekten Szenen erleichtern. zB Transformationen, material + shape

## 6.3 Welche spezielle Implementation in stb (oder open Inventor?) ermöglicht parallellisiertes rendern?

Verwendung von ungeordnete Gruppenknoten, die States werden also nur von oben nach unten weitergegeben, was paralleles Rendern von nebeneinanderliegenden Knoten ermöglicht

## 7.1 Welche 5 universellen Interaktionsaufgaben (Tasks) sind Ihnen bekannt? Bitte geben Sie eine kurze Beschreibung. (2.5)

**Selektion** - Das Auswählen eines Objekts aus einem Set

**Manipulation** – Modifizierung von Objekteigenschaften

**Navigation** – durch *Travel* (Hauptkomponente der Navigation)

oder durch *Wayfinding* (Bewegung um ein Objekt zu finden, dessen Position nicht bekannt/bekannt ist)

**Systemkontrolle** – Systemzustand bzw -modus verändern

**Modellieren** – Erzeugung von 3D-Objekten

## 7.2 Nennen sie zwei möglichkeiten der selektion.

## 7.3 Wie funktioniert die Go-Go Interaktionstechnik? (1.5)

*Arm-extension* – mittels *Go-Go-Technik*, wo ein nicht-lineares Mapping stattfindet

*Naming* – mittels Spracherkennung wird das Objekt angesprochen

## 7.4 Was versteht man unter Ray Casting und Cone Casting? Was ist der Zweck dieser beiden Interaktionstechniken? (2)

**Ray- und Cone Casting** sind Selektionsmethoden.

Bei **Ray-Casting** wird ein Strahl in die Szene geschossen. Alle Objekte die sich mit den Ray schneiden werden selektiert.

**Cone-Casting** ist so ähnlich mit den Unterschied dass hier kein Ray sondern ein volumetrischer Kegel geschossen wird. Alle Objekte innerhalb dieses Kegels sind selektiert. Hat den Vorteil dass auch kleine Objekte bzw weit entfernte Objekte leichter selektierbar werden. Nachteil ist jedoch dass man dadurch mehrere gleichzeitig selektiert.

## 7.5 Was ist HOMER?

### Homer (Hand-Centered Object Manipulation Extending Ray-Casting)

Selektion mit ray-casting

Virtuelle Hand bewegt das Objekt

Manipulation mittels virtueller Hand

- + leichte Selektion und Manipulation
- + sehr ausdrucksstark über einen Bereich der Distanz
- Es ist schwer die Objekte von sich wegzubewegen

## 7.6 Welche Arten von Travels gibt es?

### Steering Metapher:

kontinuierliche Angabe der Bewegungsrichtung durch Blickrichtung, Pointing oder physikalische Geräte wie Joystick

### Ziel-orientierte Metapher:

diskrete Angabe über den Zielort durch pointing das Objekt, Auswahl aus einer Liste oder Koordinateneingabe

### Routenplanungs Metapher:

einmalige Angabe des zugehenden Weges durch Markierung oder Iconbewegung auf einer Karte

### Manipulations Metapher:

manuelle Manipulation des Blickfeldes durch „camera in hand“ oder so eine Art Filmkamera

## **8.1 Welche Vorgehensweisen (4 Stufen) der Evaluation von Usability Engineering sind Ihnen bekannt? Beschreiben Sie kurz jede der 4 Evaluationsphasen und den Gesamtablauf solch einer Evaluation. (5)**

### **I. Benutzeraufgaben-Analyse:**

Definiert die Aufgaben, listet die Benutzeraktionen auf und deren System Ressourcen, die zum auszuführen benötigt werden.

Identifiziert den Zusammenhang und den Benutzerinformationsfluss während der Aufgabe

### **II. Experten vorlagebasierte Evaluation:**

Ziel ist es potentielle Bedienbarkeitsprobleme früh zu erkennen

Vergleich von Benutzeraktionen durchgeführt von Experten (Psychologen)

Benutzer meistert Aufgabe mit Stift und Papier zuerst alleine und dann gemeinsam, um Übereinstimmung zu finden.

### **III. Bedienbarkeits Evaluation:**

Benutzer wird gebeten die Aufgabe zu meistern. Während der Aufgabe werden verschiedene Dinge gemessen, wie zB wie lange der Benutzer für die Aufgabe gebraucht hat und wieviel Fehler er dabei gemacht hat. Dies ist ein iterativer Prozess, wobei nach jeder Evaluierung ein Re-Design erfolgt. Macht man solange bis man wünschenswerte Ergebnisse geliefert bekommt.

### **IV. Summative Evaluation:**

Diese Stufe wird erst am Ende der Produktentwicklung gemacht. Statistische Vergleiche mit dem produzierten Produkt mit anderen Konkurrenzprodukten werden von Experten durchgeführt.

## **9.1 Wie funktioniert der distributed shared scenegraph + vorteile**

Symmetrischer Ansatz für Sharing zwischen den Usern

Ziel: Verteilung ohne Programmierung → bestehende API weiterverwendbar →  
**„Distributed Shared Scene Graph“**

mehrere CPUs greifen auf den gleichen Speicher(DSM) bzw Scenengraphen zu

### **Distributed Shared Memory(DSM)**

DSM Semantik wird in die Szenen Graphen Bibliothek hinzugefügt

sehr simple und populär

benötigt gegenseitige Ausschlüsse (locks)

sitzt ganz oben auf der Standard message passing