

# Virtual and Augmented Reality, VO

## Prüfung 14.11.2007

### Frage 1

a) Welche 3 Eigenschaften muss Augmented Reality erfüllen (Azuma's Definition)? (2 Pkte)

Azuma's Definition:

1. Die virtuelle Realität und die Realität sind miteinander kombiniert (teilweise überlagert)
2. Interaktivität in Echtzeit
3. Reale und virtuelle Objekte stehen in dreidimensionalem Bezug zueinander

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

1. Simulation und Darstellung (von wissenschaftlichen Inhalten) ist in der Realität:
  - a. zu teuer
  - b. zu gefährlich
  - c. zu groß
  - d. unmöglich
2. Mehrere und verschiedene Darstellungsarten
3. Computerspiele: Immersion ins Spielgeschehen
4. Training und Ausbildung am Simulator für Piloten und Ärzte
5. Rehabilitation bzw. Therapie (Schlaganfallpatienten, Phobien)

Wikipedia zu "[Erweiterte Realität](#)" ([Anwendungen](#)):

*[...] Erweiterte Realität könnte in praktisch allen Bereichen des Alltags zum Einsatz kommen. Monteure könnten sich den nächsten Arbeitsschritt direkt in ihr Sichtfeld einblenden lassen, Soldaten oder Katastrophenhelfer könnten sich Ziele und Gefahrenzonen im Gelände anzeigen lassen und Designer könnten mit tatsächlich und virtuell anwesenden Kollegen am selben dreidimensionalen Modell arbeiten. Mit fortschreitender Technologie lassen sich futuristische Anwendungsszenarien erschließen: Elektronische Geräte, die nur virtuell existieren, aber auf echte Berührungen reagieren, künstliche Sinneserweiterungen wie den „Röntgenblick“ und Computerspiele in freiem Gelände.*

*Ein Beispiel für eine AR-Anwendung sind die in Echtzeit eingeblendeten virtuellen Marken bei Sportübertragungen: Verschiedene Entfernungen der Konkurrenten beim Ski-Springen, Weitwurf, usw. (Man beachte, dass dieses Beispiel oft keine Augmented-Reality-Anwendung ist, da manchmal das interaktive Element fehlt.) [...]*

## Frage 2

a) Was versteht man unter Framelock und Genlock und wofür wird es eingesetzt? (3 Pkte)

Framelock:

Synchronisation der frames auf mehreren Displays

SnapSync: Synchronisation der Buffer Swaps bei Applikationen, die auf mehreren Systemen laufen

Genlock (generator locking device):

Synchronisiert die Ausgabe des Pixelscans (z. B. PAL, NTSC)

Wikipedia zu „[Genlock](#)“:

*[...] wird die Fähigkeit einer analogen Videosignalquelle bezeichnet, durch einen extern erzeugten Synchrontakt Frequenz und Phase des Bildwechsels zu synchronisieren, sodass z. B. zwei Signalquellen unterbrechungs- und störungsfrei gemischt oder zwischen ihnen umgeschaltet werden kann. – Als Synchrontakt kann ein reiner Blackburst oder auch ein normales Videosignal dienen (auch das, mit dem das Computersignal gemischt werden soll). [...]*

b) Was versteht man unter quad-buffered Stereo? (1 Pkt)

Bei der Darstellung von Grafiken wird mit einem double-buffer gearbeitet. Während der eine Buffer für die Darstellung des bereits berechneten Bildes zuständig ist, wird auf dem anderen Buffer bereits das nächste auszugebende Bild gerendert. Danach werden einfach die Buffer vertauscht und es kommt zu einem „glatten“ Übergang zwischen den Frames. Bei stereoskopischen Applikationen sind demzufolge 3 oder 4 Buffer notwendig. Quad-buffered Stereo beschreibt somit die Berechnung einer stereoskopischen Darstellung mit je einem double-buffer pro Darstellungsbild.

## Frage 3

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)?

Akustisches Tracking (Kategorie: Time of flight (TOF)/ Frequency measuring)

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

Beim akustischen Tracking wird meist Ultraschall verwendet, um die Zeit, die das Signal vom Sender bis zum Empfänger benötigt, zu messen. Es werden 3 Mikrophone und 1 Lautsprecher benötigt und die Distanz wird indirekt über die verstrichene Zeit zwischen Senden und Empfangen berechnet. Die genaue Position wird durch Triangulation über mindestens 3 Sender und einer fixen Referenz ermittelt.

Die Receiver lassen sich im Bereich der Bühne gut installieren. Da Schauspieler meist frei stehen, sollte es mit Überdeckung wenig Probleme geben. Jeder Schauspieler kann individuell getrackt werden. Akustisches Tracking ist klein, leicht und günstig in der Anschaffung.

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

Eine andere Möglichkeit wäre magnetic Tracking. Bei dieser Methode baut der Sender ein AC oder DC Spannungsfeld auf und der Empfänger misst den Induktionsstrom. Dabei handelt es sich um eine relativ günstige, jedoch ungenaue Lösung. Ein weiteres Problem ist die geringe Reichweite, daher wären mehrere Empfänger notwendig.

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

Beim akustischen Tracking gibt es keine Interferenzen mit Metallen, man hat kleine und leichte Ziele und die Lösung ist allgemein nicht zu teuer.

Die Methode weist jedoch das „Blickkontakt-Problem“ auf, d. h. für eine korrekte Ortung der Objekte muss eine freie Sichtbahn zwischen Sender und Empfänger garantiert sein. Die Genauigkeit hängt von der konstanten Ausbreitungsgeschwindigkeit des Signals, Störungen durch Rähren von CRT Monitoren und Signalreflexionen ab. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit ist wiederum von anderen Faktoren, wie Temperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, etc. abhängig.

#### Frage 4

Aus welchen 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 Pkte)

1. Kamerakalibrierung
2. Segmentierung & Feature Identifikation (Erkennen von Blobs. Problem: Überlappung)
3. Feature Korrelation (Übereinstimmungen bei mehrfachen Ansichten von Blobs)
4. Rekonstruktion der Projektion (benötigt 3-DOF Markerpositionen)
5. Model-fitting (Vorberechnete Markerdistanzen werden mit den gefundenen Distanzen der Aufnahme verglichen)
6. Pose Estimation (Anwendung der Transformationen basierend auf dem gespeicherten Zielmodell)

#### Frage 5

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

Aktives Stereo: Ausgabegerät, z. B. Monitor, zeigt abwechselnd ein Bild für das linke Auge, dann ein Bild für das rechte Auge an. Die Shutter Glasses dunkeln das Bild jeweils für das andere Auge ab.

Passives Stereo: Papierbrillen mit Farb- oder Polarisationsfilter. Am Ausgabegerät werden zwei verschieden polarisierende Bilder überlappend angezeigt und die Filterbrillen zeigen jedem Auge nur eines der beiden Bilder an.

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

Beim see-through geht es darum, dass das virtuelle Bild in die reale Umgebung eingefügt wird. Das wird erreicht, indem entweder optisches oder video see-through angewendet wird. Optisches see-through: Das head mounted display (HMD) projiziert ein virtuelles Bild auf einen halbdurchlässigen Spiegel, sodass die Umgebung noch selbst vom Auge wahrgenommen wird.

Video see-through: Eine Kamera am HMD nimmt die Umgebung auf und eine spezielle Software überlagert dieses mit dem virtuellen Bild. Die Umgebung wird also nicht selbst vom Auge wahrgenommen, sondern vom Computer reproduziert.

### Frage 6

Welche Vorgehensweisen (4 Stufen) der Evaluation von Usability Engineering sind Ihnen bekannt? Beschreiben Sie kurz jede der 4 Evaluationsphasen und den Gesamttablauf solch einer Evaluation (5 Pkte)

1. User Task Analysis  
Definieren des Tasks und Auflisten aller Benutzeraktionen und Systemressourcen zur Durchführung der Aktionen
2. Expert guidelines-based evaluation  
Identifizieren von potentiellen Usability Problemen früh im Designzyklus, durch Expertentest (zunächst alleine und dann in einer Gruppe)
3. Formative usability evaluation  
... ist ein iterativer Prozess bei dem repräsentative Benutzer den Task abarbeiten und währenddessen verschiedene Variablen gemessen werden (Completion time, error rate, ...)
4. Summative evaluation  
... findet am Ende des Produktentwicklungszyklus statt. Statistischer Vergleich mit anderen (konkurrierenden) Produkten

### Frage 7

a) Welche 5 universellen Interaktionsaufgaben (Tasks) sind Ihnen bekannt? Bitte geben Sie eine kurze Beschreibung. (2,5 Pkte)

1. Auswahl und Manipulation  
Die Ziele von Auswahl sind es ein Objekt zu aktivieren, eine Aktion auf einem Objekt anzugeben, zur Position des Objektes zu wechseln oder Manipulation aufzubauen. Die Performanz von Selektion hängt von der Distanz zum Objekt, der Objektgröße und der Dichte der Objekte in der Umgebung ab. Es werden 2 Arten unterschieden:
  - a. Isomorph: geometrische 1:1 Beziehung zwischen virtuellen und realen Objekten
  - b. Nicht-isomorph: Magische Tools erweitern das Arbeitsfeld
2. Travel (Navigation)  
Bewegung zwischen 2 Positionen, Positionierung & Orientierung des Blickpunktes setzen sind die grundlegenden und gebräuchlichsten Tasks in der VR Interaktionstechnik
3. System Control  
Verändern des Status der Anwendung, ein Kommando geben, Modus ändern, Tool wählen. System Control ist oft aus anderen Tasks zusammengesetzt
4. Symbolische Eingaben  
Eingabe von alphanumerischen Zeichen
5. Modellierung und andere Aufgaben  
Erstellen und/oder modifizieren von 3D-Objekten

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

Ray Casting ist eine Selektionstechnik innerhalb VR. Von der Betrachterposition des Users aus wird ein Strahl in die Szene gesendet und die Kollision zwischen Strahl und Interaktionsobjekt berechnet. Dabei muss die Kollisionskontrolle nicht mit der vollständigen Szene, sondern nur mit einem Teilbereich gemacht werden. Bei 3D Eingabegeräten wird die Orientierung des Geräts verwendet. Bei erfolgreicher Selektion ist ein visuelles oder akustisches Feedback sinnvoll.

Cone Casting ist prinzipiell genau die gleiche Technik, außer dass nicht ein Strahl, sondern ein Kegel in die Szene gesendet wird. Zur Verdeutlichung möge man sich den Lichtkegel einer Taschenlampe vorstellen.

c) Wie funktioniert die Go-Go Interaktionstechnik? (1,5 Pkte)

Bei der Go-Go Interaktionstechnik wird die räumliche Kompetenz der eigenen Hände im virtuellen Raum erweitert. Die Software berechnet die Position der getrackten Hand in Polarkoordinaten mit dem Benutzer als Mittelpunkt. Es ist also immer der Vektor bekannt, der zwischen Hand und Körper aufgespannt wird. Ist die Länge dieses Vektors kleiner als  $\frac{2}{3}$  der maximalen Armlänge, so wird die virtuelle Hand 1:1 im virtuellen Raum abgebildet. Streckt der User seine Hand über diese Grenze hinaus, wird die Reichweite der virtuellen Hand anhand einer exponentiellen Funktion künstlich erweitert. Dadurch können im virtuellen Raum weit entfernte Objekte aktiviert oder manipuliert werden.