
Vortrag im Rahmen der Veranstaltung
„Seminar Ringvorlesung“

Thema: **3D Sound und virtuelle Hörwelten
mit Stereo Kopfhörern**



Betreuer: Prof. Dr. Wolfgang Fohl
Prof. Dr.-Ing Jürgen Reichardt



- Motivation
- Mensch und Wahrnehmung
- Technik
- Masterarbeit

- Literatur



„Soundtrack of your life“





SotA: Überlagerung der Realität mit Musik
oder bestimmten Klängen

- Die Realität neu erleben
- Der Realität entfliehen
- Auch ohne visuelle Komponente!



- Bewusste Steuerung des Soundtracks
- Der Computer macht es z.B. Random
- Intelligente Auswahl der Playlist?
- Reaktion auf äußere Einflüsse:
Regen, Sonne, Kalender, Kontostand

Motivation



- Erzeugung einer autonomen, virtuellen Klangwelt
- Ergänzung der realen Umgebungsgeräusche durch:
 - Zumischen von Sounds aus einer VR
 - Überlagerung und Verfremdung von Klang (Realitätsbeugung)
- Veränderung des Raumklanges:
 - Das Wohnzimmer zum Bahnhofsklo machen
- Noise oder Sound cancelation:
 - Auslöschen bestimmter Frequenzen oder ganzer Sounds aus den Umgebungsgeräuschen



„Spiel of your life“





Motivation



IDEE: Spiel mit enhanced 3D Audio!

3. Mobiles Alternate Reality / Pervasive Game in einer realen Umgebung
5. Surround-Sound aus Stereo Kopfhörern
7. Anpassung der Soundlandschaft bei Drehung des Körpers bzw. des Kopfes
9. Echtzeit Soundverarbeitung

Motivation



Motivation





Andere Nutzungsmöglichkeiten:

- Einblenden von Nachrichten und Infos zwischendurch? (kommerziell)
- Typische Geräusche von Ladengeschäften
- Einblenden von Werbung (interessante!)

Also:

Supermarktradio für überall !

Mensch und Wahrnehmung



- Klang wird sehr schnell vom Gehirn verarbeitet
- Großer Einfluss auf Stimmungen und Emotionen
- Auge Full HD Aber Ohren Full 3D
- Keine Abschaltung
- Eingeschränkte Kontrolle / Steuerung
- Ohrstöpsel und Kopfhörer sind Normalität
- Audiomanipulation unkritischer als visuelle Manipulation





CLOSED

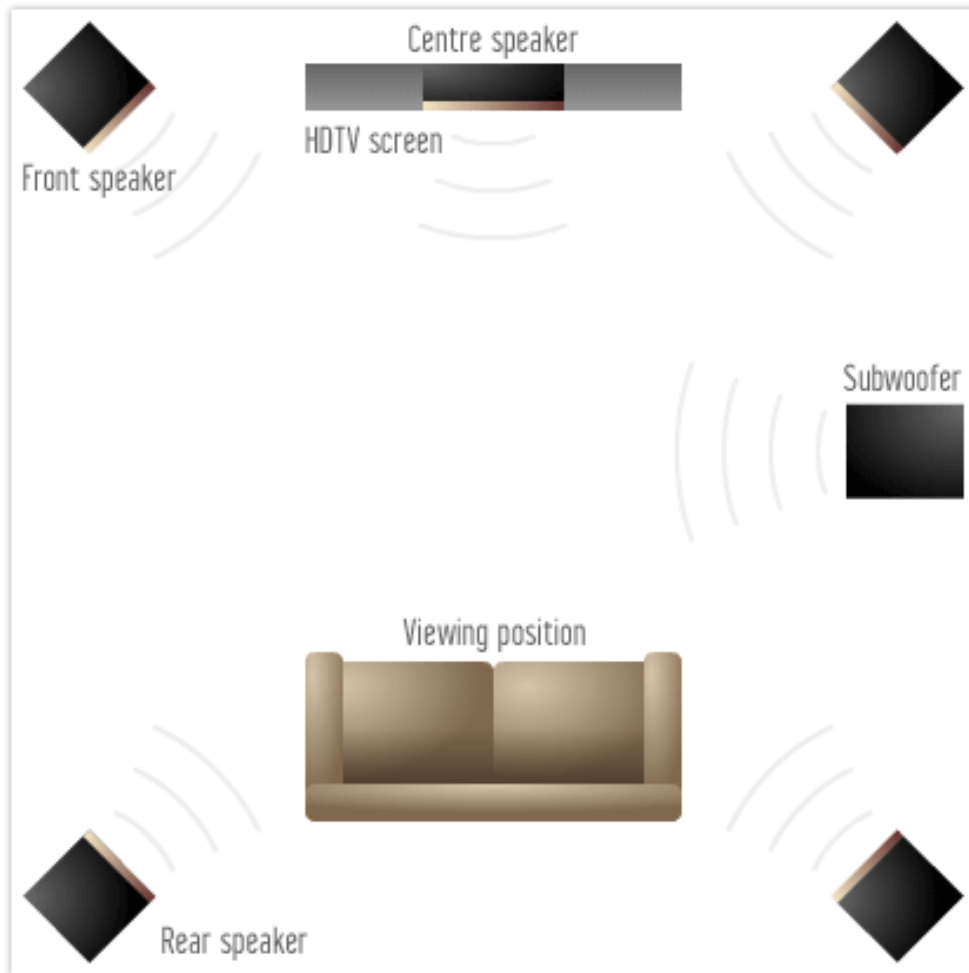








Technologie: statisches 5.1



Technologie: Software-Tools zur manuellen Soundpositionierung



Technologie: Software-Tools zur manuellen Soundpositionierung



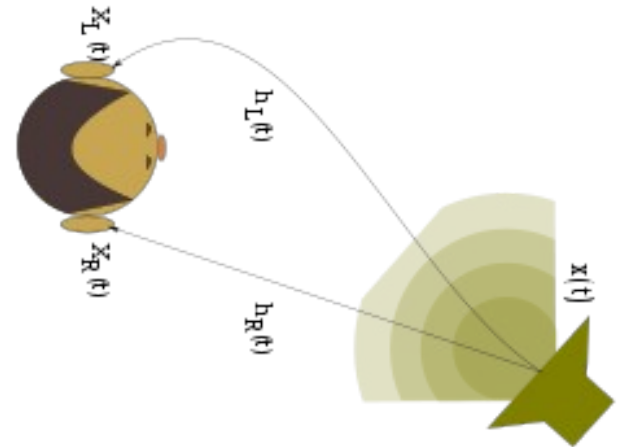
Probleme:

- Hohe Anforderung an Rechenleistung
 - 48.000 Samples pro Sekunde und Kanal
 - Rechenintensive FIR-Filterung (finite impulse response)
 - Jedes Sample muss mit gleichem Aufwand berechnet werden, hohe Filterordnung um gute Qualität zu erreichen
 - Jeweils eine Filterung pro Soundobjekt nötig
 - Echtzeitberechnung mit nicht wahrnehmbarer Latenz unter 10ms
- Interface zu mobilen Geräten

Technologie: HRTF und Filterung



- HRTF - Head Related Transfer Function
- Bestimmbar durch Messung von Impulsantworten der Menschlichen Gehörphysik (Kunstkopf)
- Wird abgebildet in mehrere Sätze von Filterkoeffizienten
- Ein Satz Koeffizienten für einen bestimmten Winkel
- Interpolation zwischen Winkeln



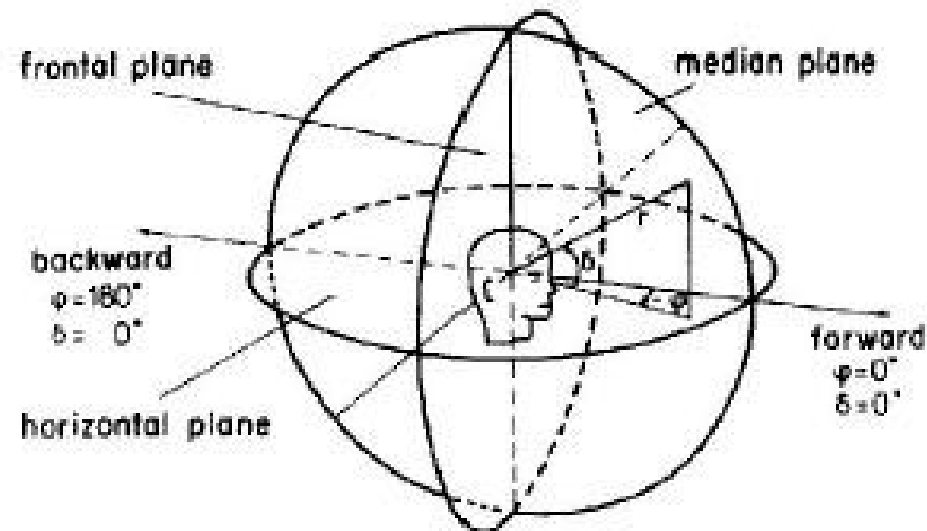
Technologie: Klangpositionierung in VR



- Ein Sound hat eine bekannte Position in der 3D VR
- Der Mensch bzw. Spieler hat bekannte Position in der VR

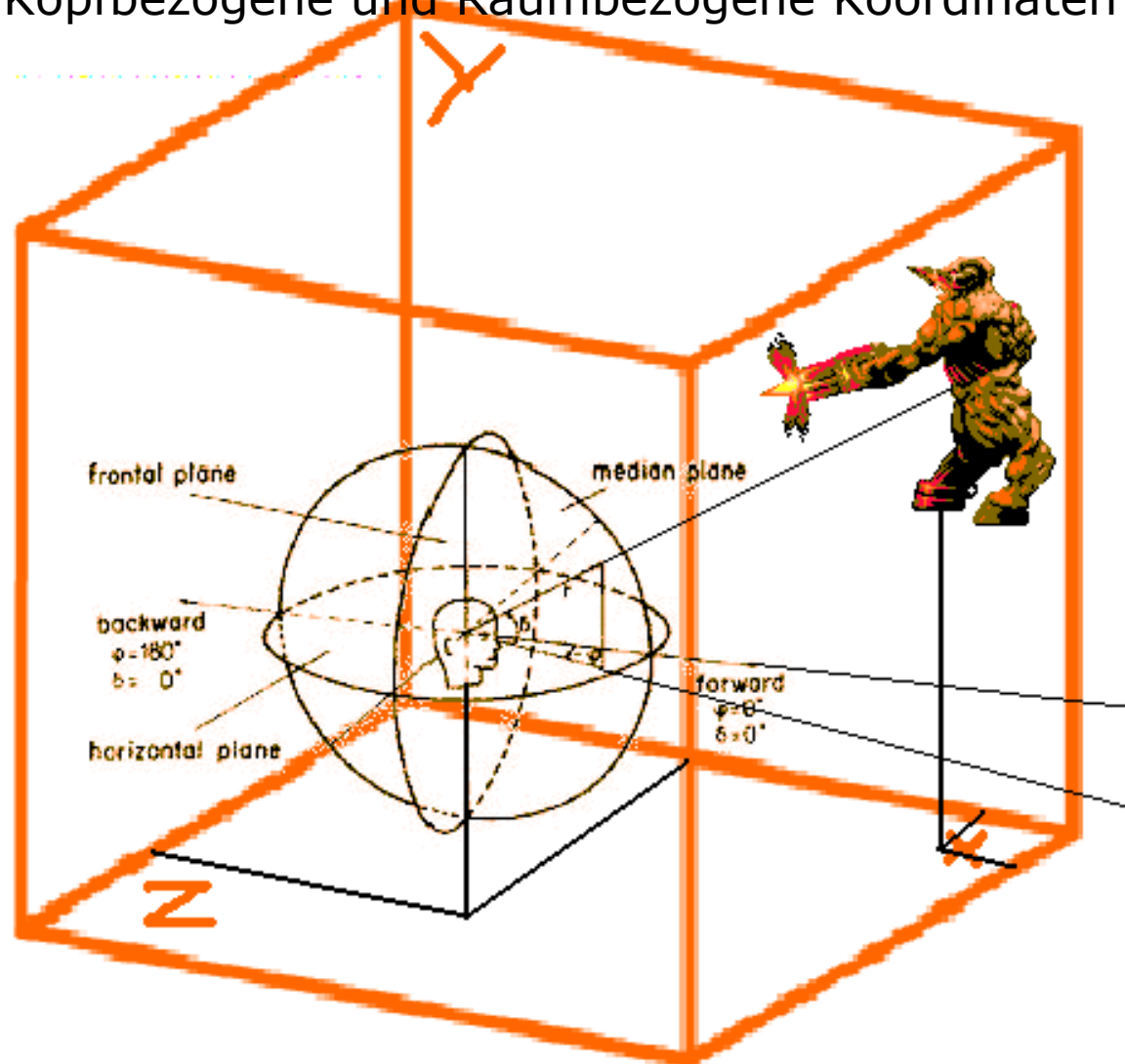
Problem:

Die korrekte Ortung des Signals ist abhängig von der Kopfposition bzw. Drehung!



Technologie: Klangpositionierung in VR

Kopfbezogene und Raumbezogene Koordinaten



Monster an x_1, y_1, z_1

Person an x_2, y_2, z_2

Winkel geben die aktuelle Position des Klanges zur Kopfausrichtung an.

Winkel verändern sich mit der Kopfbewegung

Technologie: Head Tracking



- Ermitteln der Kopfverdrehung im Verhältnis zu einem festen Raumkoordinatensystem
- Kabelgebundene oder Wireless Systeme die anhand eines Fixpunktes in der näheren Umgebung eine Lageänderung feststellen können.

Problem: Outdoor Nutzung kompliziert !



Masterarbeit: Aufgaben



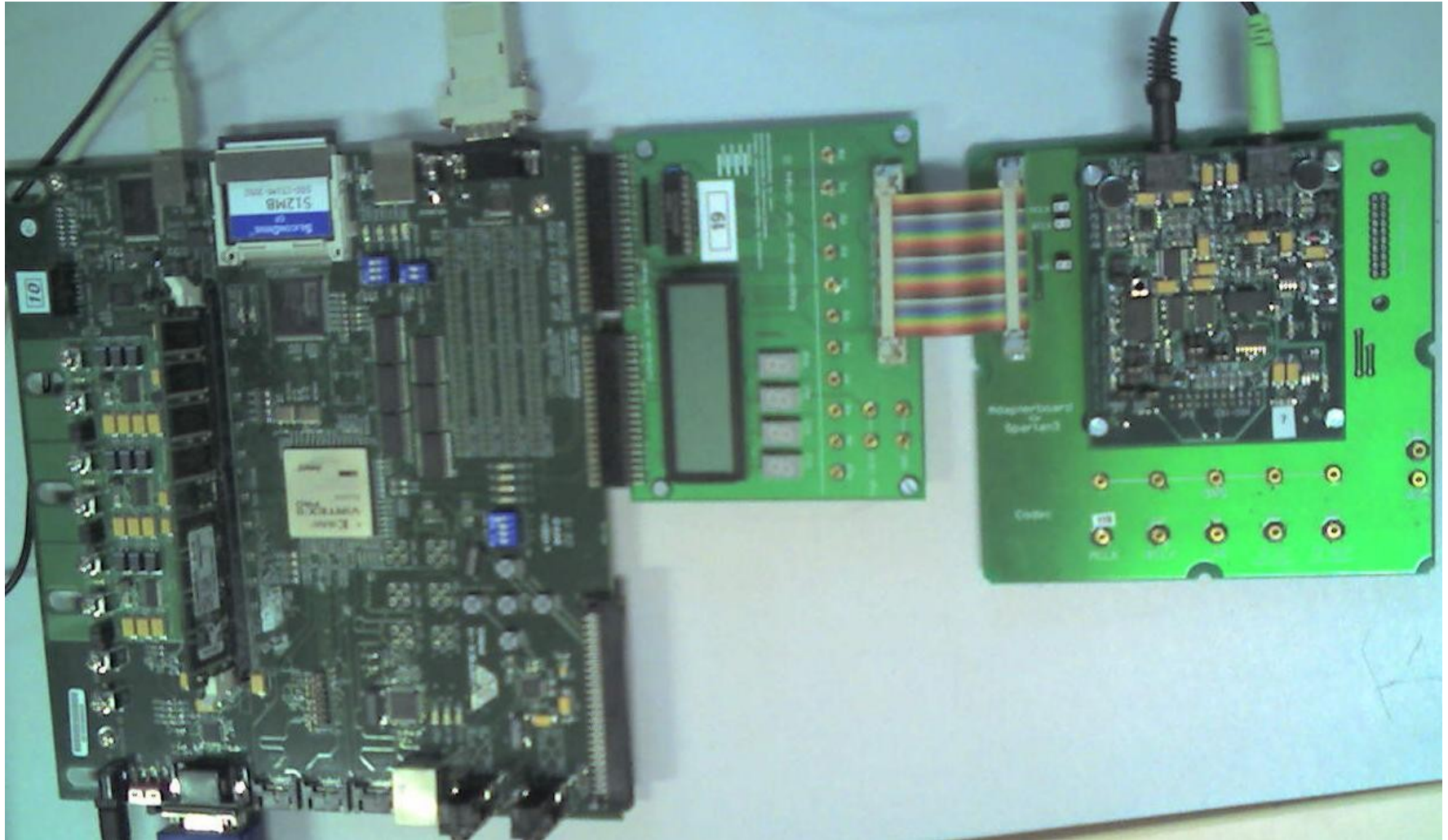
- Implementierung eines Echtzeit-Systems zur Positionierung von Schallquellen in einem virtuellen 3-Dimensionalen Raum
- Klanguausgabe auf Stereokopfhörern
- Positionierte Schallquellen sollen bei Bewegung des Hörers und bei Drehung des Kopfes an ihrem „gehörten“ Ort bleiben
- Mobilität der Komponenten
- (DAS Spiel)

Masterarbeit: Rahmenbedingungen



- Mobiles System = wenig Rechenleistung,
Berechnungen nicht in Echtzeit auf Mobilien Devices
- Komplexe Signalfilterung effizient auf dedizierter Hardware
 - > Realisierung des nötigen FIR-Filters auf einem FPGA
- Ein Microcontroller zur Verbindung aller Komponenten
 - Audio Eingang und Ausgang (Codec)
 - Dateninterface zu einem PC, Handheld oder Smartphone
 - E/A zum FPGA
 - E/A zu Positionssensorik (Bluetooth)
 - Update der FIR Koeffizienten im FPGA bei Bewegung

Masterarbeit: FPGA-System



Masterarbeit: Risiken

- Komplexität der Bluetooth Schnittstellen für MContr.
 - Datenschnittstelle zum mobilen Endgerät
 - Audio Schnittstelle
 - Anbindung des Bewegungssensors
- Anbindung existierender In/Outdoor Positionierungssysteme an den Microcontroller und deren Kompatibilität -> Entfernung zum Sound

Literatur:

- HRTF Measurements and Filter Design for a Headphone-Based 3D-Audio System
Bachelorarbeit von Sylvia Sima
- VHDL-Synthese. Entwurf digitaler Schaltungen und Systeme (Taschenbuch) Schwarz/Reichardt
- Wikipedia and Google Pictures