WWW.KFS.OEAW.AC.AT

ÖAW ÖSTERREICHISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

Einfluss individueller Schallfilterung in multimodaler virtueller 3D-Darbietung

Auf dem Weg zur hörerspezifischen binauralen Wiedergabe in Unity

ISF

Claudia Jenny[1,2], Piotr Majdak[2], Christoph Reuter[1]
[1] Musikwissenschaftliches Institut der Universität Wien
[2] Institut für Schallforschung (ISF) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW)

Hintergrund

Zur dreidimensionalen Darbietung von virtuellen Schallquellen über Kopfhörer werden Außenohrübertragungsfunktionen verwendet (engl. head-related transfer functions (HRTFs); Blauert 1974). Bei dieser sogenannten binauralen virtuellen Akustik (Vorländer 2008; Weinzierl 2008; Oehler 2014) kann die räumliche Wahrnehmung eingeschränkt sein, wenn die verwendeten HRTFs von den individuellen HRTFs des Hörers abweichen (Middlebrooks 1999). Hierbei kann es zu inkorrekten virtuellen Schallquellenpositionen oder sogar zu einer Im-Kopf-Lokalisation kommen (Seeber, Fastl 2003). Gerade bei aktuellen 3D-Virtual-Reality-Brillen zur Darstellung virtueller Realitäten ist man bestrebt eine realitätsnahe 3D-Audiowiedergabe über Kopfhörer zu gewährleisten. Diese Einbeziehung der audiovisuellen Darbietung sowie die Kombination multipler Parameter wie Head-Tracking, dynamische Schallquellen, Raumreflexionen, Entfernung usw. lässt im Vergleich zu statischer und exklusiv-auditorischer Darbietung eine gewisse Toleranz zu. Zur Bestimmung des Grades an Realitätsnähe wird untersucht inwieweit und unter welchen Bedingungen eine Individualisierung von HRTFs in multimodaler virtueller 3D-Darbietung von Vorteil ist.

Ziel

Um untersuchen zu können, inwieweit es möglich ist sich mit fremden HRTFs in einer virtuellen Welt akustisch zu orientieren und welche Abweichungen zu individuellen HRTFs toleriert werden können, soll eine Spatialisierungbibliothek für den Einsatz von beliebigen HRTFs in virtuellen 3D-Umgebungen entwickelt werden. Die Herausforderung war dabei, HRTFs aus SOFA-Dateien (spatially oriented format for acoustics, AES69-2015 Standard, Majdak et al. 2013) verarbeiten zu können.

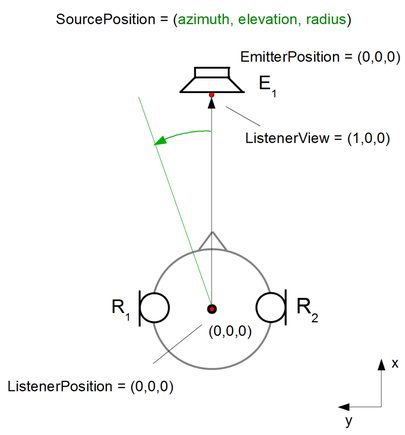

Fig. 1: Beschreibung von HRTFs in SOFA.

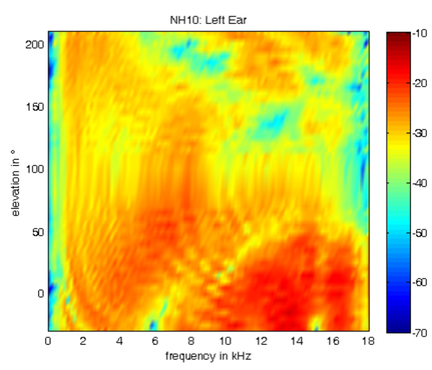

Fig. 2: Amplitudenspektra der HRTFs in der Medianebene.

SOFA Spatializer

Um eine realitätsgetreue akustische 3D-Darbietung auf 3D-Virtual-Reality-Brillen zu ermöglichen, wurde das Softwarepaket Unity ausgewählt. Unity ist ein Entwicklungsprogramm für plattformunabhängige Spiele oder Interaktionen in zwei- oder dreidimensionalen virtuellen Umgebungen. Diese Umgebungen werden mit Hilfe der Programmiersprache C# erstellt, so dass man sich dann mit einer 3D-Virtual-Reality-Brille wie Oculus Rift, Samsung Gear oder HTC Vive darin bewegen kann. Dabei werden die Audiosignale im Normalfall über werkseitig implementierte HRTFs gefiltert. Mit diesen HRTFs ist jedoch eine richtige räumliche Wahrnehmung nicht immer garantiert, da die HRTFs bei jeder Person unterschiedlich sind. Aus diesem Grund sollen zu Vergleichszwecken individuell gemessene HRTFs aus der HRTF-Datenbank des ISF (Majdak et al. 2007) in die virtuelle akustische 3D-Umgebung integriert werden.

Diese individuelle Spatialisierung, SOFA Spatializer, wurde in Unity als sogenannte Native Plugin realisiert, kompiliert zu einer Dynamik Link Library (DLL). Die DLL ist in der Programmiersprache C/C++ geschrieben und basiert auf dem Spatialization SDK des Unity Native Audio Plugin SDK als Plugin für Unity. Im SOFA Spatializer wird mit Hilfe der mylibsofa-Bibliothek (Hoene, Symonics, 2016) eine SOFA-Datei eingelesen. Die HRTFs werden in der Convention „SimpleFreeFieldHRIR"(siehe Fig. 1) akzeptiert und in Echtzeit als Filter für die Audiosignale verwendet. Dabei wird die Position und Kopfausrichtung des Hörers im Verhältnis zur virtuellen Schallquelle und der räumlichen Umgebung berücksichtigt.

SOFA Spatializer unterstützt folgende Parameter (siehe Fig. 3):

- Spatial blend: Distanzabhängende räumliche Klangmischung
- Reverb: Nachhallparameter
- Spread: Ausbreitungsparameter der Schallquelle (0 bis 360 Grad)
- Stereo Pan: Stereo-Panning-Parameter der Schallquelle
- Distance: Entfernungsabschwächungsparameter

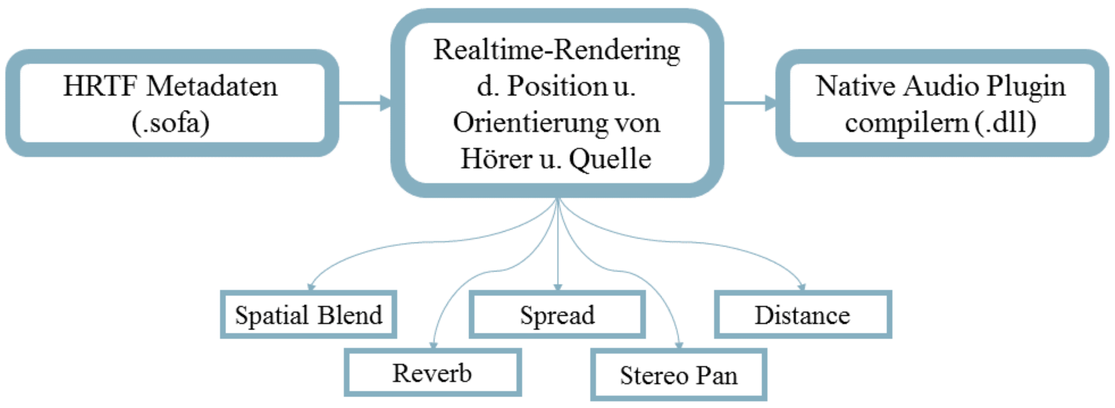

Fig. 3: Blockdiagramm des Plugins SOFA Spatializer.

Softwareumgebung Unity

Der SOFA Spatializer lässt sich innerhalb von Unity direkt in den programminternen AudioManager einbinden und erlaubt in einem zweidimensionalen Graphen die dynamische Einstellung von verschiedenen Parametern wie Volume, Spatial blend, Spread und Reverb.

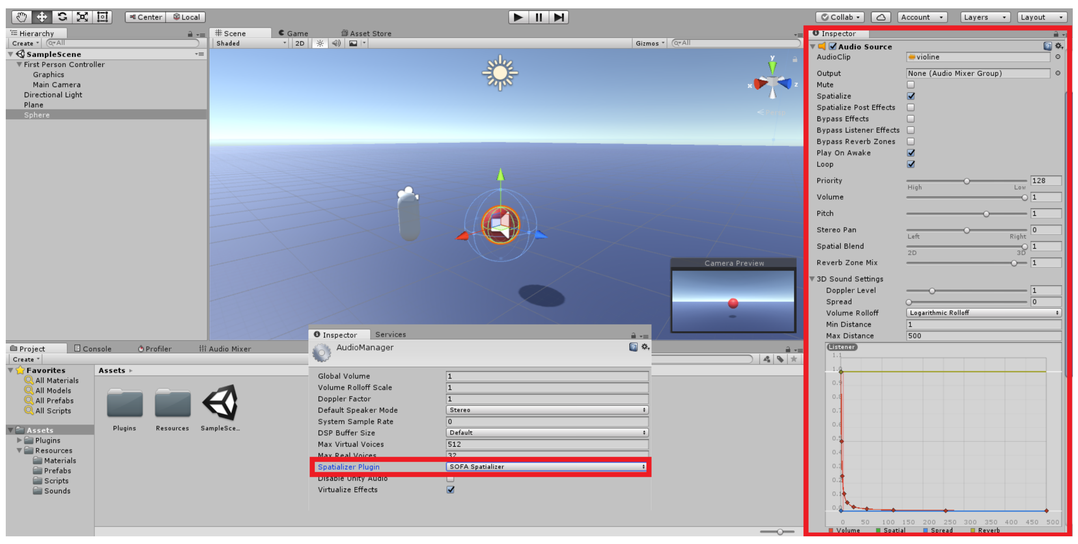

Fig. 4: Entwicklungsumgebung von Unity zur Erstellung virtueller Welten. Die Parameter vom SOFA Spatializer befinden sich auf der rechten Seite.

Zusammenfassung und Ausblick

Die erste Version des SOFA Spatializers ist gerade im Entstehen - Die nächsten Schritte sind Implementierung der Parameterübergabe sowie Optimierungen der Filterung. Auf der Basis des fertigen Plugins sind anschließend Hörversuche mit folgenden Schwerpunkten geplant:

- Qualitätsbewertung der Wiedergabe über verschiedene Vokabulare zur Beurteilung virtueller akustischer Umgebungen (spatial audio quality inventory, SAQI, Lindau et al. 2014; sowie Simon et al. 2016).
- Lokalisation von Schallquellen (z.B. Brimijoin, Akeroyd 2012; McAnally, Martin 2014)
- Gerade wahrnehmbare Winkel (z.B. McAnally, Martin 2014)
- Audiovisuelle Entfernungseinschätzung
- Lokalisation bei dynamischen Schallquellenbewegungen (Carlile, Leung 2016)

Das fertige Plugin wird unter einer Open-Source-Lizenz zur Verfügung gestellt.

Literatur

BLAUERT, Jens: *Räumliches Hören.* Hirzel Stuttgart 1974.
BRIMIJOIN, W. Owen; AKEROYD, Michael A.: *The role of head movements and signal spectrum in an auditory front/back illusion.* In: i-Perception 3/3 (2012), S. 179–182.
CARLILE, Simon; LEUNG, Johahn: *The Perception of Auditory Motion.* In: Trends in Hearing 20 (2016), S. 1–19.
LINDAU, Alexander: ERBES, Vera; LEPA, Steffen; MAEMPEL, Hans-Joachim; BRINKMANN, Fabian; WEINZIERL, Stefan: *A Spatial Audio Quality Inventory for Virtual Acoustic Environments (SAQI).* In: Acta Acustica united with Acustica 100/5 (2014), S. 984– 994.
MAJDAK, Piotr; BALAZS, Peter; LABACK, Bernhard: *Multiple exponential sweep method for fast measurement of head-related transfer functions.* In: Journal of the Audio Engineering Society 55 (2007), S. 623–637.
MAJDAK, P.; CARPENTIER, T.; NICOL, R.; ROGINSKA, A.; SUZUKI, Y.; WATANABE, K.; WIERSTORF, H.; ZIEGELWANGER, H.; NOISTERNIG, M.: *Spatially Oriented Format for Acoustics: A Data Exchange Format Representing Head-Related Transfer Functions.* In: Proceedings of 134th Convention of the Audio Engineering Society Rom (2013).
MCANALLY, Ken I.; MARTIN, Russell L.: *Sound localization with head movement: implications for 3-d audio displays.* In: Frontiers in Neuroscience 8/210 (2014), S. 1-6.
MIDDLEBROOKS, John C.: *Virtual localization improved by scaling nonindividualized external-ear transfer functions in frequency.* In: Journal of the Acoustical Society of America 106/3 (1999), S. 1493-1510.
OEHLER, Michael: Auditorische Szenenanalyse. In C. Reuter & Auhagen, W. (Hrsg.): *Musikalische Akustik [Kompendien Musik 16].* Laaber: Laaber 2014, S. 195-217.
SEEBER, Bernhard U.; FASTL, Hugo: *Subjective selection of non-individual head-related transfer functions.* In: Proceedings of the 2003 International Conference on Auditory Display Boston (2003), S. 259–262.
SIMON, Laurent S. R.; ZACHAROV, Nick; KATZ, Brian F. G.: *Perceptual attributes for the comparison of head-related transfer functions.* In: Journal of the Acoustical Society of America 140/5 (2016), S. 3623-3632.
VORLÄNDER, Michael: *Auralization.* Springer Berlin Heidelberg 2008.
WEINZIERL, Stefan (Hrsg.): *Handbuch der Audiotechnik.* Springer Berlin Heidelberg 2008.

universität wien

DAGA 2017 KIEL

ISF - INSTITUT FÜR SCHALLFORSCHUNG