

An Improved Parametric Model for the Design of Virtual Acoustics and its Applications

Dipl.-Ing. Christian Borß

Lehrstuhl für Allgemeine Informationstechnik und Kommunikationsakustik

Computergestützte Methoden zur akustischen Raumsimulation finden Anwendung bei der Planung und Simulation von Konferenzräumen, Konzert- oder Plenarsälen, also bei Architektur, bei der die Akustik eine wichtige Funktion erfüllt. Dabei wird unter Verwendung von physikalischen Modellen die Schallausbreitung in dem betrachteten Raum simuliert und der Höreindruck an bestimmten Positionen innerhalb des Raumes reproduziert.

Ziel dieser Arbeit ist nicht die *Simulation*, sondern vielmehr die *Synthese* von plausibler virtueller Akustik für spezifische Anwendungen, wie zum Beispiel Sprachkommunikation in einer natürlich klingenden virtuellen Umgebung. Bei dem in dieser Arbeit verfolgten Modellierungsansatz ist statt einer exakten akustischen Reproduktion eines existierenden Raumes wichtig, daß die synthetisierte Raumakustik plausibel und gut für die jeweilige Anwendung geeignet ist bzw. diese unterstützt. Ein hohes Maß an Plausibilität wird erreicht, wenn der Anwender sich der Künstlichkeit nicht bewusst wird. Folglich ist es erstrebenswert, eine angenehm klingende und unaufdringliche Raumakustik ohne "akustische Defekte" zu erzeugen, die ansonsten dem Anwender die Künstlichkeit bewußt machen würden. Statt - wie bei perzeptiven Ansätzen üblich - zwei Berechnungsmodelle zu verwenden, nämlich für die frühen Reflexionen und für den späten Nachhall, wird in dem implementierten Ansatz ein zusätzliches Modell für den Übergangsbereich verwendet. Dieses Modell, das von einer physikalisch korrekten Simulation bewußt abweicht, bewirkt einen harmonischen Übergang zwischen frühen Reflexionen und spätem Nachhall, da es Eigenschaften der beiden anderen Modelle vereint.

Das auf dem Spiegelschallquellenverfahren basierende Modell für die frühen Reflexionen und den Direktschall verwendet eine Polynomialtransformation des Eingangssignals, um mit geringem Rechenaufwand und geringer Signalverzerrung die zeitvariante Ausbreitungsverzögerung des Schalls nachbilden zu können. Die verwendete Methode zur Simulation von nahen Schallquellen führt, wie per Hörversuch nachgewiesen, zu einer verbesserten Entfernungswahrnehmung der simulierten Schallquellen. Das analytische Nahfeldmodell berücksichtigt dabei nicht nur die kopfbezogenen sondern auch die quellenbezogenen Nahfeldeffekte gerichteter Quellen.

In früheren Arbeiten wurde gezeigt, daß der späte Nachhall einen großen Einfluß auf die Bewertung der Qualität einer auditiven virtuellen Umgebung hat. Daher wurde besondere Aufmerksamkeit auf die Erzeugung des späten Nachhalls gelegt. Der erzeugte späte Nachhall weist die gleiche ansteigende Reflexionsdichte wie die des Spiegelschallquellenmodells auf und führt im Gegensatz zu anderen Ansätzen zu keinerlei unerwünschten Klangverfärbungen. Unter Einbeziehung der geometrischen Dimension des simulierten Raumes wurde des weiteren eine Methode entwickelt, die die synthetische Raumimpulsantwort für den späten Nachhall optimal an das Spiegelschallquellenmodell anpaßt. Ein sehr plastischer Raumeindruck wird durch die Anpassung der Kohärenz der binauralen Raumimpulsantwort an die kopfbezogene Kohärenz im diffusen Schallfeld erzeugt.

Um die Praxisrelevanz des vorgeschlagenen Modells aufzuzeigen, enthält diese Arbeit einige Anwendungsbeispiele. Dazu gehören ein qualitativ hochwertiger, künstlicher Nachhallgenerator für Musikanwendungen, verschiedentlich umgesetzte virtuelle Telekonferenzsysteme, ein Demonstrator für Raumakustik, der über das Internet genutzt werden kann, und ein virtueller Lokalisationstest. Zur Auswertung des Lokalisationstests wurde ein statistisches Verfahren entwickelt, das zu einer besseren Klassifikation der beobachteten Antwort des Versuchsteilnehmers führt und das allgemein anwendbar für N-AFC Tests ist.