

Methodik zur Messung von Raumimpulsantworten für reale virtuelle Klänge

Gerhard Krump¹, Jakob Rohr²

¹Hochschule Deggendorf, 94469 Deggendorf, E-Mail: gerhard.krump@th-deg.de

²Jakob Rohr Balanstr. 226, 81549 München, E-Mail: jakob-rohr@hotmail.de

Einleitung

Die Bedeutung von Musik wird heutzutage in Filmen, Videospielen, Fernsehen und Werbung immer größer und somit auch die Nachfrage von unterstützenden Klängen. Dies hat zur Folge, dass immer mehr Musik virtuell im Computer entsteht. Jedoch hört sich diese im Vergleich zu einer realen Musikproduktion sehr synthetisch an und klingt in keinem Fall realistisch. Im Folgenden wird ein neu entwickeltes Verfahren zur Messung der Raumimpulsantwort untersucht, um durch Faltung mit einer virtuellen Musikproduktion eine verbesserte räumliche Abbildung zu erhalten und somit dessen räumlichen Klangeindruck realistischer zu gestalten.

Hierbei wird die Richtcharakteristik von Instrumentengruppen im vorgegebenen Aufnahmeraum ermittelt und mit Lautsprechern nachgebildet. Die dadurch gemessenen Raumimpulsantworten beinhalten die grob gemittelte Richtcharakteristik der Instrumentengruppen, so dass jedes Instrument mit der entsprechenden Raumimpulsantwort gefaltet werden kann, um einen realitätsnahen räumlichen Eindruck zu erzeugen. Die Messung der Impulsantworten erfolgt binaural über Kunstkopf. Sie muss nur einmal durchgeführt werden und kann für jede per Midi erzeugte Musikkomposition angewendet werden, um einen räumlichen Eindruck des Aufnahmeortes hinzuzufügen.

Für einen Hörvergleich wurde ein Musikstück hierzu komponiert und von einem realen Orchester gespielt im vorgesehenen Konzertsaal aufgenommen. Zusätzlich wurde das Musikstück per Midi erzeugt und sowohl mit einem synthetischen Hall als auch mit dem hier vorgestellten Faltungshall beaufschlagt, so dass die Versuchspersonen drei unterschiedliche Versionen des gleichen Musikstückes hinsichtlich ihre räumlichen Eindrucks beurteilen mussten.

Messung der Raumimpulsantworten

Jedes Instrument eines Orchesters besitzt gemäß Abbildung 1 ein bestimmtes charakteristisches Abstrahlverhalten, welches versucht wird, durch Lautsprecher näherungsweise nachzuahmen. Hierfür wurden die Abstrahlverhalten der Instrumente und verwendeten Lautsprecher analysiert.

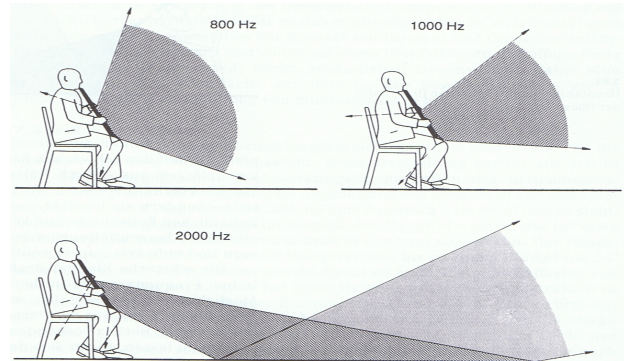


Abbildung 1: Abstrahlverhalten einer Klarinette von 800-2000Hz. [1]

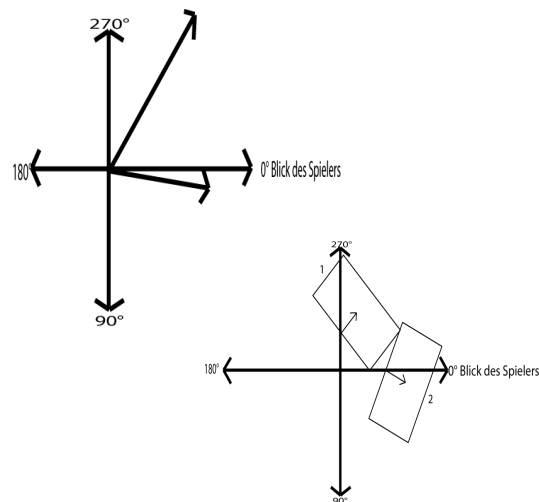


Abbildung 2: Darstellung des gemittelten Abstrahlverhaltens von Instrument und Lautsprechern. [2]

Die dreidimensionale Abstrahlrichtung der Quellen wurde im Versuch entsprechend Abbildung 2 mit jeweils zwei Lautsprechern nachgebildet.

Für eine systematische Darstellung der Abstrahlrichtung von Instrumentengruppen wurden in einem Koordinatensystem deren Hauptabstrahlrichtungen bei verschiedenen Frequenzen durch Pfeile dargestellt und gemittelt, um danach entsprechend Abbildung 2 die beiden Lautsprecher auszurichten. Somit ergibt sich für jede Instrumentengruppe eine charakteristische Lautsprecherkonstellation und ein spezieller, auf die Besetzung bezogener Aufstellungsort im Raum. Die Verwendung von zwei Lautsprechern hat den Vorteil, dass auch, wie beispielsweise beim Horn, eine Ausrichtung des Lautsprechers auf die Rückwand vorgenommen werden kann.

Da das Abstrahlverhalten jeder Instrumentengruppe separat durch spezifische Konstellationen der beiden Lautsprecher nachgebildet wird, kann der instrumententypische räumliche Eindruck sehr genau simuliert werden. Durch Verwendung einer binauralen Impulsantwortmessung wurde dem Lokalisationsvermögen des Gehörs Rechnung getragen. Die entstandene Raumimpulsantwort kann nun ohne weitere Nachbearbeitung mit dem Instrument gefaltet werden.

Hörvergleich

Um den subjektiven räumlichen Eindruck zu ermitteln, wurde ein Hörversuch mit 13 Versuchspersonen im Alter von 21-64 (2 weiblich, 11 männlich) durchgeführt. Den Personen wurden in einer schallgedämmten Kabine über freifeldentzerrtem Kopfhörer das gleiche Musikstück in drei Varianten dargeboten:

a, Reale Orchesteraufnahme

Diese Aufnahme wurde binaural ohne Stützmikrofone aufgenommen, um einen für den Hörer genauen Eindruck zu kreieren, erzeugt.

b, Per Midi erzeugte Komposition mit Faltungshall

Diese Aufnahme wurde mit verschiedenen Softwareinstrumenten erstellt und mit den gemessenen Raumimpulsantworten gefaltet.

c, Per Midi erzeugte Komposition mit synthetischem Hall

Hier wurde lediglich ein synthetischer Hall auf das Orchester gelegt, um eine weitere Vergleichsmöglichkeit zu der realen und gefalteten Aufnahme zu erhalten.

Die Versuchspersonen sollten anhand einer Linienlänge mit Zahlenwerten von 0 bis 10 ihren Eindruck angeben hinsichtlich nachfolgender Kriterien.

1. Tiefenstaffelung des Raums
2. Breitenstaffelung des Raums
3. Klang des Raums
4. Realität des Raumklangs

Abbildung 3 zeigt Zentralwert und Wahrscheinliche Schwankung der Hörversuchsergebnisse. Sowohl Tiefenstaffelung und Bühnenbreite als auch der räumliche Klangeindruck wurde bei beiden virtuellen Kompositionen besser beurteilt als bei der realen Orchesteraufnahme. Bei der Raumklangbeurteilung in Kategorie 4 schneiden Orchesteraufnahme und virtuelle Komposition mit synthetischem Hall gleichwertig ab, während die Version mit dem hier dargestellten Faltungshall um 1,5 Zahlenstufen besser beurteilt wird. Insgesamt zeigt sich, dass der mit der verwendeten Lautsprecheranordnung erzeugte Faltungshall in dem hier verwendeten Musikstück einen sehr guten

räumlichen Eindruck liefert. Für eine allgemeine Aussage sind sicher noch weitere Untersuchungen notwendig.

Auswertung der Fragebögen

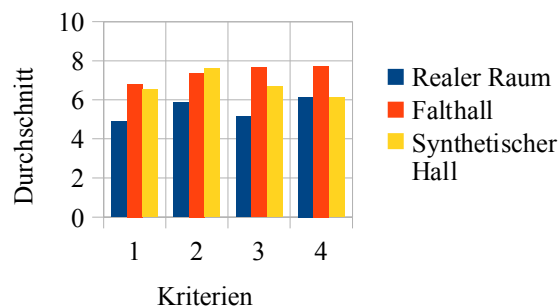


Abbildung 3 Auswertung des Versuchsstücks mit der realen Kunstkopfaufnahme und den zwei Hallarten [2]

Zusammenfassung

Anhand des Diagramms (siehe Abbildung 3) sieht man deutlich, dass sich der Falthall in nahezu jedem der vier Kriterien durchsetzt. Vor allem in Kriterium vier zeigt sich sein realitätsnaher Höreindruck. Aber auch in den Bereichen „Tiefenstaffelung“ und „Klang des Raums“ hebt er sich von der Aufnahme mit dem synthetischen Hall und sogar von der realen Aufnahme ab.

Daraus kann gefolgert werden, dass ein realer Raumklang durch diese Art von Impulsantwortmessung möglich ist und auch die Hörer überzeugt. Die praktische Vorgehensweise kann in fünf Schritte unterteilt werden: Zuerst wurde, das für diese Arbeit eigens komponierte Versuchsstück mit dem realen Orchester binaural aufgenommen. Dann wurde es mit den virtuellen Instrumenten eingespielt. Anschließend wurden die Impulsantworten im Versuchsraum gemessen und mittels einer Software, dem Space-Designer („Apple Logic Pro X“) mit dem virtuellen Stück gefaltet. Zuletzt wurde der Hörversuch durchgeführt und ausgewertet.

Eine der vielen Erweiterungsmöglichkeiten für diese Methode der RIA-Messung wäre zum Beispiel die etwaigen Besetzungsarten von Orchestern, Jazz-Kombos oder Populärmusik zu analysieren und diese RIA darauf anzuwenden, um einen geeigneten Falthall für jede Instrumentengruppe zu generieren.

Literatur

- [1] Meyer Jürgen, Akustik und musikalische Aufführungspraxis, Verlag Erwin Bochinsky, Frankfurt am Main 1999
 [2] Bachelorarbeit Jakob Rohr

