

Demonstrationsanlage einer virtuellen Schallquelle

Technische Informatik und ICT / Prof. Dr. Daniel von Grünigen und Ivo Oesch

Experte: Peter Richli / Projektpartner: Prof. Dr. Dr. Martin Kompis, Prof. Dr. Christof Stieger, Universitätsspital Bern, Artorg Center

Die audiologische Station des Inselspitals Bern untersucht unter anderem die Richtungshörfähigkeit ihrer Patienten. In der vorliegenden Arbeit geht es darum, mithilfe zweier Lautsprecher und digitaler Signalverarbeitung eine Demonstrationsanlage zum Testen des räumlichen Hörens zu bauen. Die beiden Lautsprecher, die zusammen mit dem Zuhörer den Winkel ζ aufspannen, sollen einen dritten Lautsprecher simulieren. Da dieser nur scheinbar vorhanden ist, wird er virtuelle Schallquelle genannt. Die Demonstrationsanlage kann die virtuelle Quelle etwa im Bereich von $\varphi = -90^\circ$ bis $+90^\circ$ simulieren.



Ivan Gut

Einleitung

Das menschliche Gehör kann die Position einer Schallquelle bis auf wenige Grad genau orten. Dies geschieht primär durch die Interpretation von Laufzeit- und Pegeldifferenzen. Es sind also Verzögerungszeiten und Lautstärkeunterschiede zwischen den beiden Ohren massgebend. Wenn bspw. eine Schallwelle seitlich auf den Kopf trifft, erreicht diese ein Ohr früher als das andere. Zudem haben Reflexionen an Ohrmuschel und Oberkörper, sowie der Frequenzgang des Gehörs Einfluss auf die Ortung.



David Schwander

Pegelverfahren

Beim Pegelverfahren werden die beiden Lautsprecher bspw. mit dem Aufbauwinkel $\zeta = 90^\circ$ aufgestellt. Durch gezielte Kanalverstärkung – die Signale zu den beiden Lautsprechern werden also unterschiedlich stark verstärkt – kann eine virtuelle Schallquelle im Bereich zwischen den Lautsprechern simuliert werden. So funktioniert auch das klassische Stereosignal, wie man es beispielsweise von einer Audio CD kennt.

Crosstalk Cancellation Verfahren

Das normale Crosstalk Cancellation Verfahren bildet die Übertragungsstrecke zwischen der virtuellen Schallquelle und den Ohren des Zuhörers nach. Dabei werden nur Verzögerung und Dämpfung

der Luft berücksichtigt. Mit zwei Filtern (H_1 und H_2), die sich am Eingang der beiden realen Lautsprecher befinden, wird diese berechnete Übertragungsstrecke simuliert. Es wird also das Schallfeld, welches die virtuelle Schallquelle erzeugen würde, nachgebildet. Die Lautsprecher stehen bei diesem Verfahren relativ nahe beieinander (bspw. $\zeta = 30^\circ$). Eine virtuelle Schallquelle lässt sich bis weit über den Bereich der Lautsprecher hinaus simulieren ($\varphi > \zeta/2$). In einer verbesserten Version des Crosstalk Cancellation Verfahrens wurde neben Verzögerungen und Dämpfung der Luft zusätzlich die Pegeldifferenz zwischen den beiden Ohren berücksichtigt.

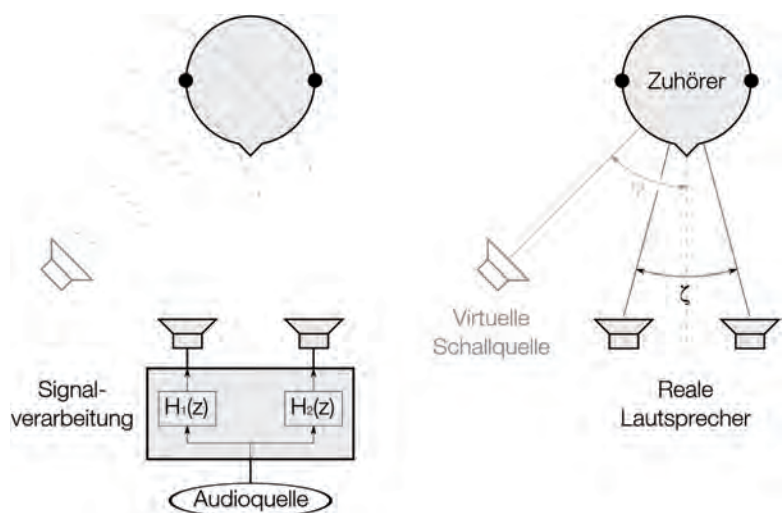
Realisierung

Die mit MATLAB entwickelten Verfahren wurden in einem Pro-

gramm zusammengefügt. Der Benutzer kann eine beliebige Wave-Datei öffnen und deren Inhalt aus der gewünschten Richtung mit dem gewählten Verfahren simulieren und über die Soundkarte ausgeben. Dabei ist es auch möglich die virtuelle Schallquelle wandern zu lassen und bis zu drei Signale gleichzeitig aus verschiedenen Richtungen zu simulieren.

Fazit

Die erzielten Resultate sind beeindruckend. Jemand der den Hintergrund des Systems nicht kennt, würde kaum vermuten, das Signal stamme aus den beiden realen Lautsprechern. Diese Arbeit kann als Grundlage für die Entwicklung einer kompakten, klinisch verwendbaren Richtungs-höranlage dienen.



Aufbau Demonstrationsanlage