

Integration virtueller Schallquellen

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

Experte: Peter Richli

Projektpartner: Prof. Dr. Christof Stieger, Universitätsspital Bern, Artorg Center

Die audiologische Station des Inselspitals Bern untersucht unter anderem die Richtungshörfähigkeit von hörbeeinträchtigten Patienten. Sie verwendet dabei eine Anlage aus zwölf diskreten, regelmässig in einem Kreis angeordneten Lautsprechern. In der vorliegenden Arbeit geht es darum, mithilfe zweier benachbarter diskreter Lautsprecher und digitaler Signalverarbeitung eine virtuelle Schallquelle zu integrieren. Mit dieser erweiterten Anlage sollen Schallquellen mit beliebigem diskretem Azimutwinkel simuliert werden.



Andreas Schnider

Einleitung

Das menschliche Gehör kann die Richtung einer Schallquelle in der Horizontalebene bis auf wenige Grad genau bestimmen. Dies geschieht primär durch die Interpretation von Laufzeit und Pegeldifferenzen. Es sind also Verzögerungszeiten und Lautstärkeunterschiede zwischen den beiden Ohren massgebend. Wenn beispielsweise 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 Lokalisation von Schallquellen.

Crosstalk Cancellation Verfahren

Das normale Crosstalk-Cancellation-Verfahren bildet die Übertragungstrecke zwischen der virtuellen Schallquelle und den Ohren des Zuhörers nach. Dabei werden nur Verzögerung und Dämpfung der Luft berücksichtigt. Mit Filtern, die sich am Eingang der Lautsprecherverstärker befinden, wird diese berechnete Übertragungstrecke simuliert. Es wird also das Schallfeld, welches die virtuelle Schallquelle an den Ohren erzeugen würde, nachgebildet.

Realisierung

Der Algorithmus des Crosstalk-Cancellation-Verfahrens musste für die bestehende Richtungshöranlage adaptiert und in C++ geschrieben werden. Der Benutzer kann eine beliebige Wave-Datei für eine gewünschte Richtung ausgeben. Der entstandene C++ Code kann von der audiologischen Station in die Benutzersoftware der Richtungshöranlage implementiert werden.

Validierung

Mit einem Messkunstkopf wurden Messungen durchgeführt. Die Daten wurden anschliessend mit einem Korrelationsverfahren analysiert. Es wurde untersucht,

ob die vom Algorithmus generierten Laufzeitverzögerungen und Pegeldifferenzen für eine virtuelle Schallquelle denjenigen einer realen Schallquelle entsprechen.

Fazit

Der Algorithmus konnte erfolgreich adaptiert und implementiert werden. Ein geeigneter Messaufbau konnte entwickelt werden. Die Messserie und dazugehörigen Auswertungen geben Aufschluss über die Qualität der virtuellen Schallquellen. Diverse Optimierungsmöglichkeiten werden aufgezeigt. Alles in allem eine sehr spannende Arbeit im komplexen Gebiet der Audiologie.



Messaufbau mit den zwölf Lautsprechern und dem Messkunstkopf in der Acoustic Chamber des Inselspitals Bern