

Adaption der Richtcharakteristik von Hörgeräten an menschliche Außenohrübertragungsfunktionen

Becker, J., Kinkel, M., Mahn, T.

KIND Hörgeräte, Kokenhorststr. 3-5, 30938 Großburgwedel

Einleitung

Moderne Hörgeräte sind zumeist in der Lage, ihre Richtcharakteristik an die jeweilige Hörsituation anzupassen. Um dies zu bewerkstelligen, müssen zwei oder mehr omnidirektionale Mikrophone über ein elektrisches Netzwerk miteinander verschaltet werden. Eine einfache Subtraktion liefert, abhängig von der Latenz der beiden Signale, eine mehr oder weniger stark gerichtete cardioide Richtcharakteristik für die unterschiedlichen Frequenzbereiche. Motivation für diese wandelbare Akustik ist die Möglichkeit der Fokussierung der Hörrichtung auf eine oder mehrere relevante Nutzschaallquellen in einer stör-schallbehafteten Umgebung; dies hat eine Dämpfung der Störgeräusche zur Folge und geht so mit einer besseren Sprachverständlichkeit einher. Die dabei erzeugte Richtwirkung übertrifft zumeist die Richtwirkung des menschlichen Ohres, was in der oben beschriebenen Situation nützlich sein kann. Für das Aufsuchen einer Schallquelle, beispielsweise bei der akustischen Orientierung in Straßenverkehr oder beim Zusammenwirken mehrerer räumlich verteilter Schallquellen, wie dies in einem Konzert der Fall ist, kann diese hohe Richtwirkung hingegen nachteilig sein (Blauert 1997), (Kuttruff 1991). Hier ist vielmehr ein weniger starkes Bündelungsmaß zu bevorzugen, beispielsweise eines, das dem menschlichen Ohr entspricht.

Methode

Neben der einfachen Subtraktion sind andere arithmetische Verknüpfungen der verschiedenen Mikrophone denkbar. Im folgenden sollen die Signale eines Arrays von omnidirektionalen Mikrophone jeweils über ein nachgeschaltetes Filter durch Addition miteinander verknüpft werden. Zu bestimmen sind, neben der Anzahl und der Position der Mikrophone, die Übertragungsfunktionen der Filter. Dabei sind die Filterübertragungsfunktionen abhängig von der Mikrophoneposition so zu wählen, dass die Summe der Produkte von Filterübertragungsfunktionen und Mikrophoneübertragungsfunktionen für alle Einfallrichtungen der Horizontalebene oder auch der kompletten Sphäre sich den entsprechenden Außenohrübertragungsfunktionen optimal annähern.

Bei (Becker et al. 2000), (Becker und Sapp 2001) wird ein Algorithmus beschrieben, mit dem die Übertragungsfunktion eines Mikrophonearrays im Freifeld an die Außenohrübertragungsfunktion eines Kunstkopfes angenähert werden kann. Dieser Algorithmus wird im weiteren zur Adaption der Hörgeräterichtcharakteristik an die Richtcharakteristik des Kunstkopfes verwendet. Da sich die Mikrophone im Falle der Hörgeräteanwendung nicht wie im obigen Ansatz im Freifeld befinden, kann nicht von einer idealen Mikrophoneübertragungsfunktion ausgegan-

gen werden. Die Mikrophoneübertragungsfunktionen müssen daher entweder durch Berechnung oder durch Messung bestimmt werden. Liegt die Position der Mikrophone noch nicht fest, so kann mit obigen Algorithmus die Position optimiert werden. Im folgenden soll davon ausgegangen werden, daß die Mikrophoneposition durch die Gehäusegeometrie fest vorgegeben ist. Die Mikrophoneübertragungsfunktionen können daher für alle betrachteten Einfallrichtungen gemessen werden. Am Kemar-Kunstkopf wurden die Mikrophoneübertragungsfunktionen in 10°-Schritten in der Horizontalebene für die zwei Mikrophone eines Hörgerätes getrennt vermessen.

Abbildung 1 zeigt das Ergebnis der Messung. Dargestellt sind die Richtdiagramme der beiden Mikrophone (blau und grün) sowie die Richtcharakteristik des linken Ohres des Kunstkopfes (rot) für die 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz und 4 kHz Oktaven. Gleichen die Richtdiagramme des Kunstkopf und der Mikrophone insbesondere in der unteren Oktaven noch Kreisen, so weisen diese in den oberen Oktaven eine ausgeprägtere Richtwirkung auf. Die Richtcharakteristik des Kunstkopf zeigt nach links vorne (330°) während die „Richtkeule“ beider Mikrophone schräg nach hinten zeigt (230°).

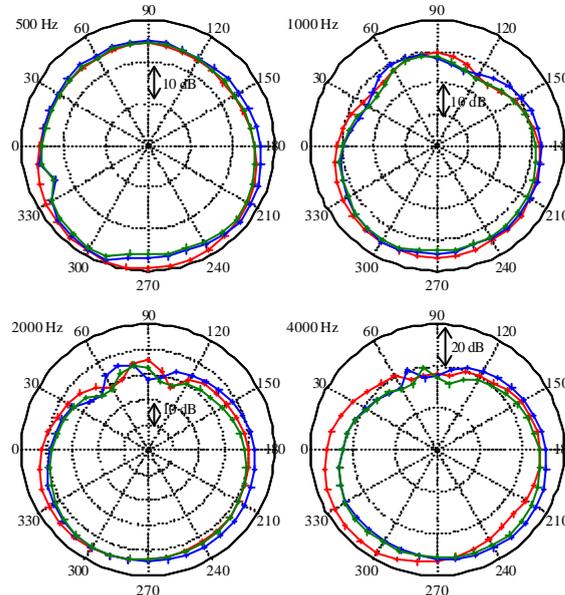


Abbildung 1: Polardiagramme der Richtcharakteristik des Kunstkopfs (rot) und der Mikrophone 1 (blau) und 2 (grün)

In folgenden wird nun der Kunstkopfdatensatz als Eingangsdatensatz verwendet, auf den die Mikrophone angepasst werden. Dabei wird zunächst durch eine gewichtete Mittelung die Filterübertragungsfunktion für den ersten Mikrophonezweig des Arrays ermittelt. Durch Multiplikation von Filterübertragungsfunktion und Mikrophoneübertragungsfunktion der jeweiligen Einfallrichtung wird die neue Übertragungscharakteristik des ersten

Mikrophons für die zuvor gemessenen Einfallrichtungen berechnet. Der Eingangsdatensatz für das zweite Mikrophon wird dann durch Subtraktion der neuen Übertragungscharakteristik des ersten Mikrophons vom Eingangsdatensatz erzeugt. Nach dem gleichen Verfahren kann dann wiederum die Filterfunktion für den zweiten Mikrophonzweig berechnet werden. Die Addition der beiden neuen Übertragungscharakteristiken liefert dann die Übertragungscharakteristik des gesamten Arrays am Kunstkopf.

Ergebnisse und Diskussion

Abbildung 2 zeigt das Richtdiagramm des adaptierten Arrays und des Kunstkopfes für das linke Ohr als Polardiagramm. Durch die Verschaltung der Mikrophone über die Filter konnte die Ausrichtung der Richtcharakteristik des Zweimikrophonhörgerätes im richtigen Maß in die Vorrichtung verlagert werden. Die Polardiagramme gleichen sich in Pegel und Form gut aneinander an. Im weiteren ist die Funktion des Arrays durch Hörversuche und Lokalisationstest zu überprüfen.

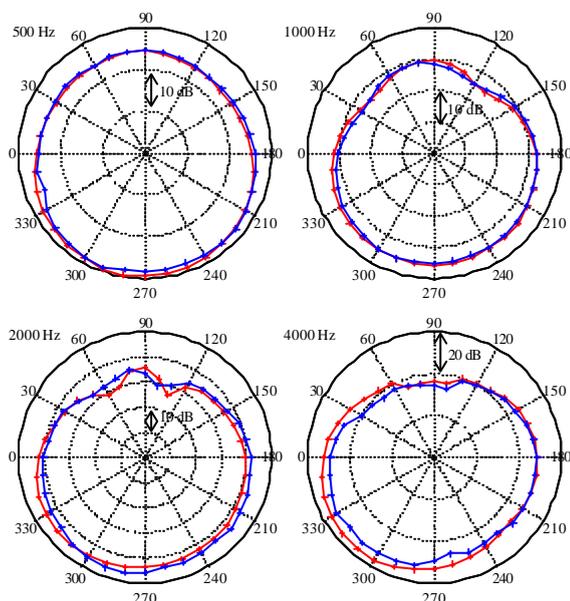


Abbildung 2: Polardiagramme der Richtcharakteristik des Kunstkopfs (rot) und des Mikrofonarrays im Hörgerät (blau)

Literatur

- Blauert J (1997) Spatial Hearing: The psychophysics of Human Sound Localization, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, revised Edition.
- Kuttruff H., (1991) Room Acoustics, 3rd edition, Elsevier applied science London.
- Becker J., de la Fuente M., Sapp M. (2000) Messung kopfbezogener raumakustischer Parameter mit Mikrofonarrays. In: Fortschritt der Akustik DAGA 2000, DEGA: 590-591.
- Becker J., Sapp M. (2001) Untersuchung zur räumlichen Wiedergabequalität mittels Mikrofonarray erstellter kopfbezogener Aufnahmen, In: CD Fortschritte der Akustik DAGA 2001, DEGA.