

Einsatzmöglichkeiten der TWIN-Mikrofone

Kevin Gebhardt¹, Dietmar Richter²

¹ Microtech Gefell GmbH, 07926 Gefell, E-Mail: info@microtechgefell.de

² TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation, E-Mail: dietmar.richter@ias.et.tu-dresden.de

1. Einleitung

Als TWIN- Mikrofone werden Mikrofone bezeichnet, die zwei im Abstand Δx montierte Mikrofonkapseln besitzen. Die Signale beider Kapseln werden getrennt verstärkt und liegen damit parallel zur Weiterverarbeitung an. Die Mikrofonsignale können sofort oder erst nach einer Aufzeichnung bearbeitet werden. Dem Toningenieur wird damit die Möglichkeit geboten die gewünschte Richtcharakteristik während der Aufnahme zu verändern bzw. erst beim Abmischen die gewünschte Richtcharakteristik zu wählen. Auf dem Markt werden gegenwärtig zwei TWIN- Mikrofone angeboten:

1. UM 930 twin, Microtech Gefell
2. MKH 800, Sennheiser



Abbildung 1: UM 930 twin

2. Analoge Signalverarbeitung

Durch Addition bzw. Subtraktion der Mikrofonsignale lassen sich alle von umschaltbaren Mikrofonen bekannten Richtcharakteristiken (Niere, Kugel Acht, breite Niere, Superniere) realisieren.

Beispiele:

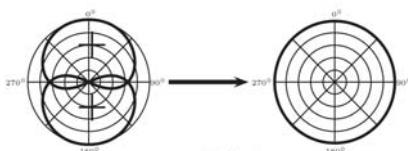


Abbildung 2: Signal Addition

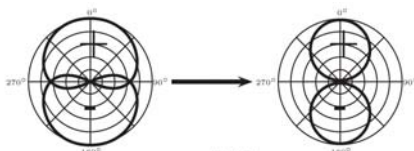


Abbildung 3: Signal Subtraktion

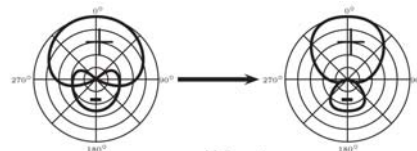


Abbildung 4: gewichtete Subtraktion

3. Digitale Signalverarbeitung

Durch Nutzung der digitalen Signalverarbeitung werden neue Möglichkeiten eröffnet, die in analoger Technik nicht zu realisieren gewesen wären. In den nachfolgenden Beispielen wird gezeigt, wie gezielt Nullstellen ins Richtdiagramm gerechnet werden (Bewertungsmethode) können, wie eine trichterförmige Richtcharakteristik (Bewertungsmethode) erreicht wird und wie eine entfernungsabhängige Empfindlichkeit realisiert werden kann.

3.1. Bewertungsmethode

Wird davon ausgegangen, dass auf ein Mikrofon zwei akustische Signale U_{Nutz} und $U_{Stör}$ unter unterschiedlichen Einfallswinkel auftreten, wird das Signal der Kugel zu $U_{Kugel} = U_{Nutz} + U_{Stör}$ und das Signal der Niere zu

$$U_{Niere} = U_{Nutz} + aU_{Stör}.$$

Durch einfache Umformung erhält man das vom Störsignal bereinigte Nutzsignal.

$$U_{Nutz} = \frac{U_{Niere} + aU_{Kugel}}{(1+a)}$$

Mit dem Faktor a wird die Richtung der Nullstelle im Richtdiagramm des Mikrofans definiert. Unter diesem Winkel kann das Störsignal erfolgreich unterdrückt werden.

3.2. Sortiermethode

Die Sortiermethode zerlegt als erstes die Signale beider Kanäle in ihre spektralen Komponenten mittels FFT und Overlap- Add. Im zweiten Schritt werden durch einen Amplitudenvergleich aller Spektrallinien von Kugel und Niere miteinander die Schallquellenanteile nach ihrem Einfallswinkel unterschieden und damit voneinander getrennt. Unerwünschte Spektrallinien von Signalquellen außerhalb des gewünschten Schalleinfallskegel werden gelöscht. Die so spektral bereinigten Signale werden im dritten Schritt einer FFT- Rücktransformation unterzogen.

Mit der Sortiermethode wird eine kegelförmige Richtcharakteristik erreicht Abbildung 5 (rot).

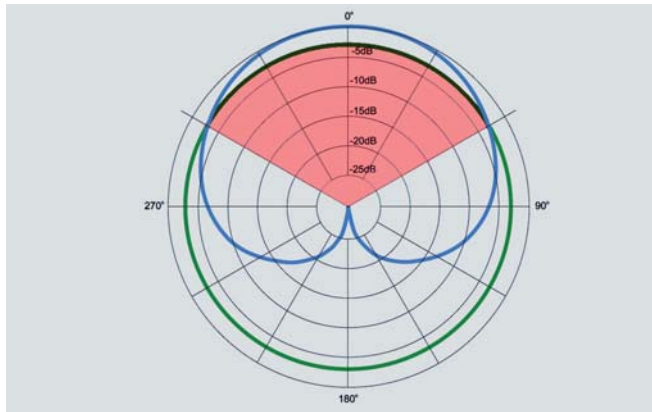


Abbildung 5: kegelförmige Richtcharakteristik (rot)

3.3. Entfernungsmethode

Mit der Entfernungsmethode kann eine Trennung der Schallfeldanteile aus dem Nahbereich des Mikrofons von denen aus dem Fernbereich erfolgen.

Von einer punktförmigen Schallquelle verringert sich der Schalldruck mit der Entfernung mit $1/r$. Die Schallschnelle dagegen verringert sich mit $1/r^2$. In einer Entfernung von etwa $\lambda/2$ bis λ erreicht der Schalldruckpegel etwa die Größe des Schallschnellepegels.

Das heißt, dass die akustische Impedanz Z in die Nähe von

$$Z_0 = \frac{p}{v} = \rho c = 408 \frac{Ns}{m^3} \text{ gelangt.}$$

Abbildung 6 zeigt die akustische Impedanz Z des Schallfeldes eines Punktstrahlers im Abstand zu seiner Entfernung kr .

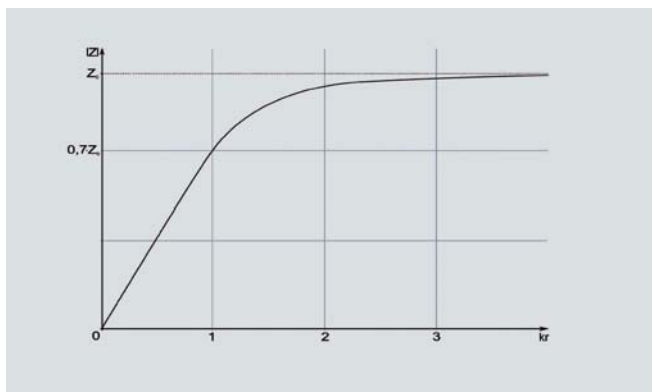


Abbildung 6:

Impedanz des Schallfeldes Z eines Punktstrahlers in Abhängigkeit vom Abstand kr .

Aus den Signalen eines TWIN- Mikrofons kann gleichzeitig der Schalldruck (kugelförmige Richtcharakteristik) und die Schallschnelle (Richtcharakteristik Achteck) berechnet werden. Die Impedanz des Schallfeldes ist frequenzabhängig. Deshalb erfolgt eine spektrale Zerlegung der Signale mittels FFT und Overlap- Add. Die Impedanz des Schallfeldes wird

für jede Spektrallinie berechnet. Die Spektrallinien werden entsprechend ihrer Impedanz dem Nahbereich des Mikrofons oder dem Fernbereich zugeordnet und damit voneinander getrennt. Die im Spektralbereich getrennten Signale werden einer FFT- Rücktransformation unterzogen. Man erhält daraus die voneinander getrennten Zeitfunktionen des Nah- und des Fernbereichs.

Die Entfernungsmethode funktioniert nur bis zu einem Abstand von $kr < 2$. Damit wird der Einsatzbereich dieser Technik auf Frequenzen unterhalb von 1 kHz begrenzt.

3. 4. Probleme der digitalen Signalverarbeitung

Die Zerlegung der Mikrofonsignale in ihre spektralen Komponenten durch eine Fourier-Hin- und Rücktransformation erfordert prinzipbedingt Signallaufzeiten, die in Beschallungssystemen problematisch werden könnten. In Spracherkennungssystemen dagegen stören diese Signallaufzeiten meist nur wenig, so dass mit dieser Technik Vorteile bei der Spracherkennung zu erwarten sind.

4. Literatur

- [1] Görne, T.: Mikrofone in Theorie und Praxis. Aachen: Elektor- Verlag GmbH, 1994
- [2] Eargle, J.: The Microphone Book. Boston u.a.: Focal Press, 2001