

Ortung der Geräuschquelle

Das Orten einer Schallquelle ist im Gegensatz zum Erfassen eines lauten Geräusches deutlich umfangreicher. Hierzu wird die Kreuzkorrelation zwischen allen Mikrofonen untereinander errechnet, um diese als Hilfe zu benutzen, um das mathematische Maximum zu berechnen.

Die Kreuzkorrelation ist eine Messung, die die Bewegungen von zwei oder mehr Sätzen von Zeitreihen-Daten relativ zueinander verfolgt. Sie wird verwendet, um mehrere Zeitreihen zu vergleichen und objektiv zu bestimmen, wie gut sie miteinander übereinstimmen und insbesondere, an welchem Punkt die beste Übereinstimmung auftritt. Die Kreuzkorrelation kann auch jegliche Regelmäßigkeiten in den Daten aufdecken.

Betrachten wir als Beispiel zwei reellwertige Funktionen f und g , die sich nur durch eine unbekannte Verschiebung entlang der x-Achse unterscheiden. Man kann die Kreuzkorrelation verwenden, um herauszufinden, um wie viel g entlang der x-Achse verschoben werden muss, damit es mit f identisch wird. Die Formel verschiebt im Wesentlichen die Funktion g entlang der x-Achse, wobei das Integral ihres Produkts an jeder Position berechnet wird. Wenn die Funktionen übereinstimmen, wird der Wert von $(f \star g)$ maximiert. Das liegt daran, dass Spitzen (positive Bereiche), wenn sie übereinstimmen, einen großen Beitrag zum Integral leisten. Ähnlich verhält es sich, wenn sich Talsohlen (negative Bereiche) ausrichten, leisten sie ebenfalls einen positiven Beitrag zum Integral, da das Produkt zweier negativer Zahlen positiv ist. Bei komplexwertigen Funktionen f und g stellt die Konjugierte von f sicher, dass ausgerichtete Spitzen (oder ausgerichtete Talsohlen) mit imaginären Komponenten positiv zum Integral beitragen.

Kreuzkorrelationen sind nützlich für die Bestimmung der Zeitverzögerung zwischen zwei Signalen, z. B. für die Bestimmung von Zeitverzögerungen für die Ausbreitung von akustischen Signalen über ein Mikrofonarray. Nach der Berechnung der Kreuzkorrelation zwischen den beiden Signalen zeigt das Maximum (oder Minimum, wenn die Signale negativ korreliert sind) der Kreuzkorrelationsfunktion den Zeitpunkt an, an dem die Signale am besten ausgerichtet sind; d. h., die Zeitverzögerung zwischen den beiden Signalen wird durch das Argument des Maximums der Kreuzkorrelation bestimmt. Diese mathematische Eigenschaft benutzen wir, um mit $\tau = \max_{t \in \mathbb{R}} (f \star g)(t)$ den zeitlichen Versatz zu errechnen.

In unserem Fall werden diese Maxima vorher in Abhängigkeit zu unserem Mikrofonarray ausgerechnet. Dann wird in der `xcorr`-Methode die maximale Latenz zwischen jeder möglichen Mikrofonpaarung ausgerechnet und diese dann in der `compareValues`-Methode miteinander verglichen. Diese Methode vergleicht nun alle gemessenen Verzögerungen mit den vorher ausgerechneten Verzögerungen, und zwar für jeden möglichen Winkel. Der Winkelbereich mit der größten Übereinstimmung über alle Mikrofonpaarung, kann mit Sicherheit als der Bereich gekennzeichnet werden.



