

Klassifizierung der akustischen Umgebung für Hörgeräte-Anwendungen

Michael Büchler*, Norbert Dillier, Universitätsspital Zürich, ORL-Klinik, Frauenklinikstr. 24, CH-8091 Zürich
 Silvia Allegro, Stefan Launer, Phonak AG, Laubisrütistr. 28, CH-8712 Stäfa
 *Email: buechler@orl.usz.ch

Einführung

Moderne Hörgeräte können heute mit Hilfe verschiedener Hörprogramme unterschiedlichen akustischen Umgebungen angepasst werden. Damit soll das Hörgerät dem Hörgeräteträger in jeder Situation einen optimalen Nutzen bieten.

Das manuelle Umschalten zwischen verschiedenen Hörprogrammen ist jedoch für viele Benutzer lästig oder schwierig. Ein automatisches Erkennen der akustischen Situation und ein damit verbundenes automatisches Umschalten des Hörgerätes ist daher wünschenswert.

Es werden vier verschiedene zeitliche und spektrale Signalmerkmale betrachtet. Es wird untersucht, inwiefern damit eine Klassifizierung in die Geräuschklassen Sprache, verhaltete Sprache, Sprache im Störgeräusch, Störgeräusch und Musik möglich ist. Wenn ein auf diesen Merkmalen basierender Algorithmus in einem Hörgerät zur Anwendung kommt und der Hörgeräteträger binaural versorgt ist, ist ein möglichst synchrones Verhalten der beiden Geräte erwünscht. Deshalb wird zusätzlich geprüft, inwiefern sich die berechneten Merkmale ändern, wenn das Signal durch den Kopfschatten richtungsabhängig gedämpft wird.

Merkmals-Extraktion

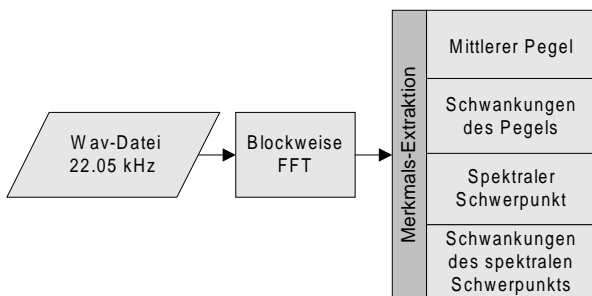
Aus dem blockweise verarbeiteten Signal werden je zwei zeitliche und spektrale Merkmale extrahiert (Figur 1). Die Extraktion der Schwankungen des Pegels und des spektralen Schwerpunktes sind von einem Verfahren abgeleitet, das in Kates (1995) beschrieben ist.

Mittlerer Pegel:
$$TotPow = \frac{1}{T} \int P(t) dt$$

Schwankungen des Pegels:
$$MLFS = \frac{Erwartungswert(TotPow)}{Varianz(TotPow)}$$

Spektraler Schwerpunkt:
$$CGAV = \frac{\int f \cdot |X(f)| df}{\int |X(f)| df}$$

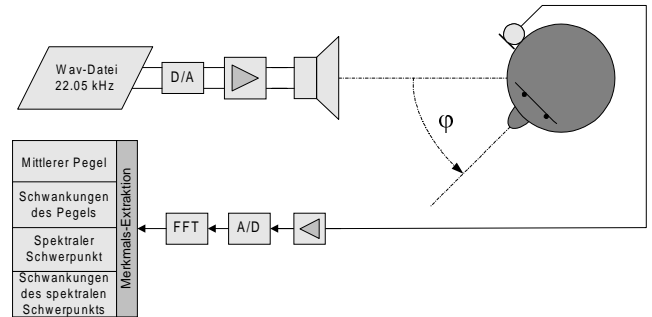
Spektrale Schwankungen:
$$CGFS = \frac{Erwartungswert(CGAV)}{Varianz(CGAV)}$$



Figur 1: Extraktion der vier Signalmerkmale mittlerer Pegel, Pegelschwankungen, spektraler Schwerpunkt und spektrale Schwankungen aus einer Klangdatei.

Untersuchungen

- Extraktion der vier Merkmale aus 178 Klangdateien (je 30s Länge; ein/mehrere/verhaltete Sprecher, Sprache im Störgeräusch, Störgeräusch, Musik).
- Einfluss des Kopfschattens auf die extrahierten Merkmale (Figur 2). Beschallungswinkel ϕ : 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315°.

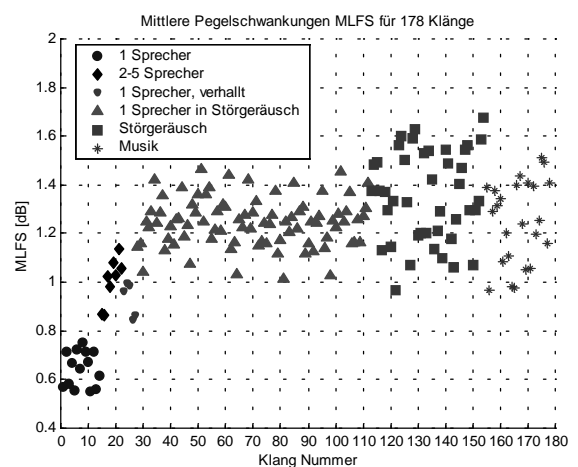


Figur 2: Experimenteller Aufbau für die Untersuchung des Einflusses des Kopfschattens auf die vier Signalmerkmale. Ein Hinter-dem-Ohr Hörgerät nimmt den Schall aus verschiedenen Winkeln auf und gibt das Signal zur Merkmalsextraktion weiter.

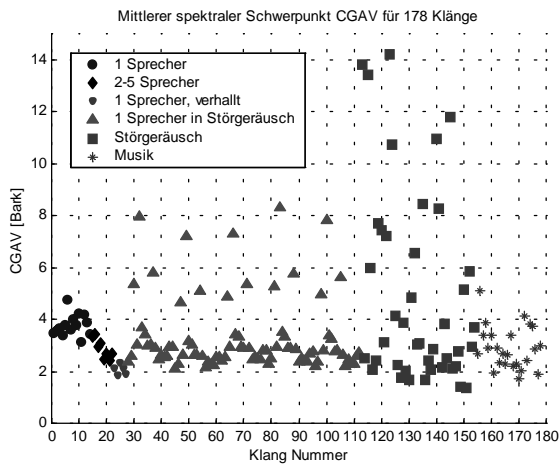
Resultate

- Die Resultate für den mittleren Pegel $TotPow$ sind wenig aussagekräftig, da sie nur den Aufnahmepegel der einzelnen Klangdateien widerspiegeln. Deshalb werden sie hier nicht weiter betrachtet. Bei der Anwendung im Hörgerät lässt sich damit aber eine generelle Unterteilung in leise und laute Situationen machen.

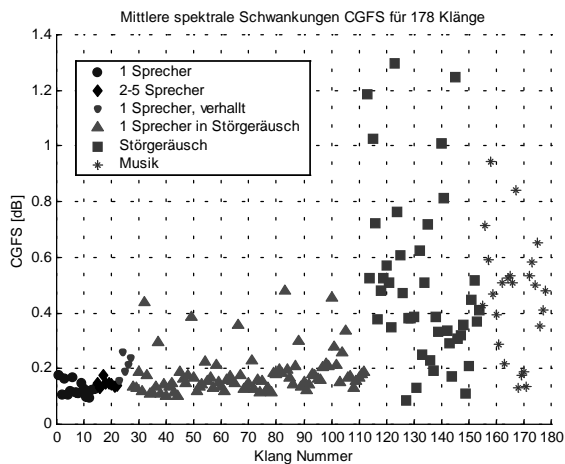
Die anderen drei Merkmale sind für die 178 Klänge in den Figuren 3 bis 5 aufgetragen, jeweils gemittelt über die 30 Sekunden Klanglänge. Es lässt sich feststellen, dass mit den betrachteten Merkmalen eine eindeutige Unterscheidung reiner Sprache von anderen Signalen möglich ist.



Figur 3: Mittlere Pegelschwankungen. Kleine Werte bedeuten grosse Schwankungen und umgekehrt. Reine Sprachsignale lassen sich damit zuverlässig klassifizieren; mehrere Sprecher und stärker verhaltete Sprache rutschen Richtung Störgeräusche.

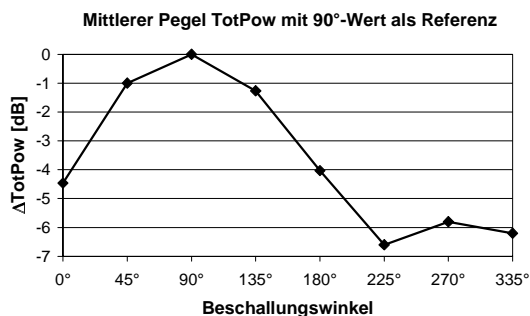


Figur 4: Mittlerer Spektraler Schwerpunkt. Einige hoch- und tieffrequente Störgräusche heben sich von den andern Signalen ab. Verhallte Sprachsignale sind deutlich tieffrequenter, da meist die höheren Frequenzen an den Raumstrukturen (Wände, Mobiliar) stärker gedämpft werden.

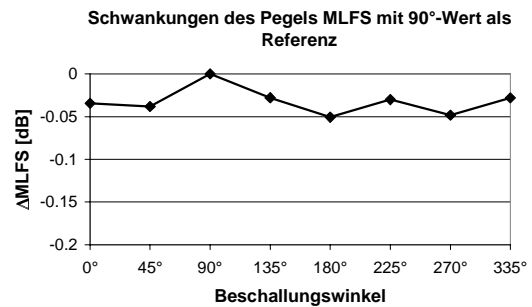


Figur 5: Mittlere spektrale Schwankungen. Kleine Werte bedeuten grosse Schwankungen und umgekehrt. Störgeräusche und Musiksignale haben starke Streuungen und lassen sich nur teilweise von andern Signalen trennen.

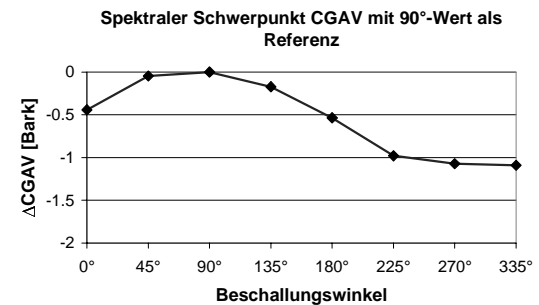
b) Figuren 6 bis 9 zeigen den Einfluss des Kopfschattens auf die vier Merkmale. Die Resultate sind Mittelungen von zehn verwendeten Sprachsignalen. Als Referenzwert wurde jeweils der 90°-Wert des Merkmals gewählt, also die Beschallung auf die Kopfseite, wo das Hörgerät plaziert ist. Der Kopfschatten bewirkt eine Dämpfung des Signals vor allem in den höheren Frequenzen.



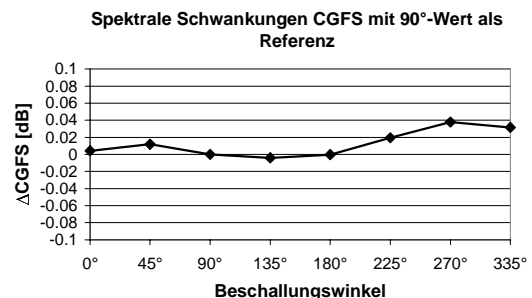
Figur 6: Mittlere Pegeldifferenzen in Abhängigkeit des Beschallungswinkels. Der Kopfschatten dämpft das Signal um bis zu 7 dB.



Figur 7: Mittlere Differenzen der Pegelschwankungen in Abhängigkeit des Beschallungswinkels. Der Einfluss des Kopfschattens ist hier unbedeutend.



Figur 8: Mittlere Differenzen des spektralen Schwerpunkts in Abhängigkeit des Beschallungswinkels. Durch den Kopfschatten werden vor allem höherfrequente Signalanteile gedämpft, weshalb der spektrale Schwerpunkt dadurch um mehr als ein Bark absinkt.



Figur 9: Mittlere Differenzen der spektralen Schwankungen in Abhängigkeit des Beschallungswinkels. Wie bei den Pegelschwankungen ist auch hier der Einfluss des Kopfschattens unbedeutend.

Folgerungen

Vier verschiedene zeitliche und spektrale Signalmerkmale zur Klassifizierung der akustischen Umgebung für Hörgeräte-Anwendungen wurden untersucht. Reine Sprachsignale lassen sich damit zuverlässig erkennen. Insbesondere für die Unterscheidung von Störgeräuschen und Musiksignalen geben aber die betrachteten Merkmale zu wenig Information.

Untersuchungen zum Einfluss des Kopfschattens auf die Merkmale zeigen, dass bei binauraler Versorgung die beiden Hörgeräte unter Umständen nicht synchron arbeiten, da die Merkmale mittlerer Pegel und spektraler Schwerpunkt für die beiden Hörgeräten grössere Differenzen aufweisen können, wenn das Signal gerichtet von der Seite kommt. Die asynchrone Programmeinstellung der beiden Hörgeräte kann aber in diesem Fall durchaus sinnvoll sein.

Referenzen

Kates, J. M. (1995). „Classification of background noises for hearing-aid applications,“ J. Acoust. Soc. Am. **97**, 461-470