

Binaural
Audio

Florob

Binaurale
Tonaufnah-
men

Digitale
Signalverar-
beitung

Binauraler
Filter

Binaural Audio

Florian "Florob" Zeitz

2016-02-17

Gliederung

Binaural
Audio

Florob

Binaurale
Tonaufnah-
men

Digitale
Signalverar-
beitung

Binauraler
Filter

- 1 Binaurale Tonaufnahmen
- 2 Digitale Signalverarbeitung
- 3 Binauraler Filter

Gliederung

Binaural
Audio

Florob

Binaurale
Tonaufnah-
men

Digitale
Signalverar-
beitung

Binauraler
Filter

- 1 Binaurale Tonaufnahmen
- 2 Digitale Signalverarbeitung
- 3 Binauraler Filter

Binaurale Tonaufnahmen

Binaural
Audio

Florob

Binaurale
Tonaufnahmen

Digitale
Signalverarbeitung

Binauraler
Filter

- Stereo Tonaufnahme
- Wiedergabe über Kopfhörer
- natürlicher Höreindruck
- genaue Richtungslokalisation
- Aufnahme
 - Kunstkopf
 - Mikrofone in Ohrabstand
 - durchschnittliche Ohren-/Kopfform



Ej Posselius CC BY-SA 2.0



Gliederung

Binaural
Audio

Florob

Binaurale
Tonaufnah-
men

Digitale
Signalverar-
beitung

Binauraler
Filter

- 1 Binaurale Tonaufnahmen
- 2 Digitale Signalverarbeitung**
- 3 Binauraler Filter

Systemtheorie

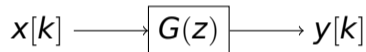
Binaural
Audio

Florob

Binaurale
Tonaufnah-
men

Digitale
Signalverar-
beitung

Binauraler
Filter



- Beschreibung eines Systems, anhand eines Modells
- z. B. Regelungen
- hier: Beschreibung von akustischem Verhalten

Finite Impulse Response

Binaural
Audio

Florob

Binaurale
Tonaufnah-
men

Digitale
Signalverar-
beitung

Binauraler
Filter

- endliche Antwort eines Systems auf einen Impuls
- klingt zu 0 ab
- Impuls: Kronecker-Delta $\delta(i,j) = \begin{cases} 0 & i \neq j \\ 1 & i = j \end{cases}$
- Filter n -ter Ordnung hat eine Antwort von $n + 1$ Abtastwerten
- Kausaler Filter: Antwort beginnt nach/mit dem Impuls

Faltung

Binaural
Audio

Florob

Binaurale
Tonaufnah-
men

Digitale
Signalverar-
beitung

Binauraler
Filter

$$(h * x)[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} h[k] \cdot x[n - k]$$

- Faltung von Impulsantwort mit dem Signal reproduziert das Verhalten des Systems
- Kommutativ
- effiziente Implementation mit Hilfe der FFT

Verzögerungsglied

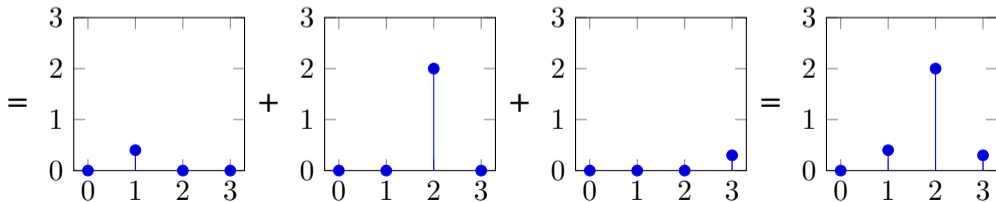
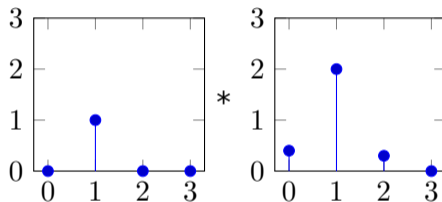
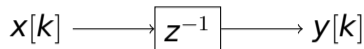
Binaural
Audio

Florob

Binaurale
Tonaufnahmen

Digitale
Signalverarbeitung

Binauraler
Filter



Gleitender Mittelwertfilter

Binaural
Audio

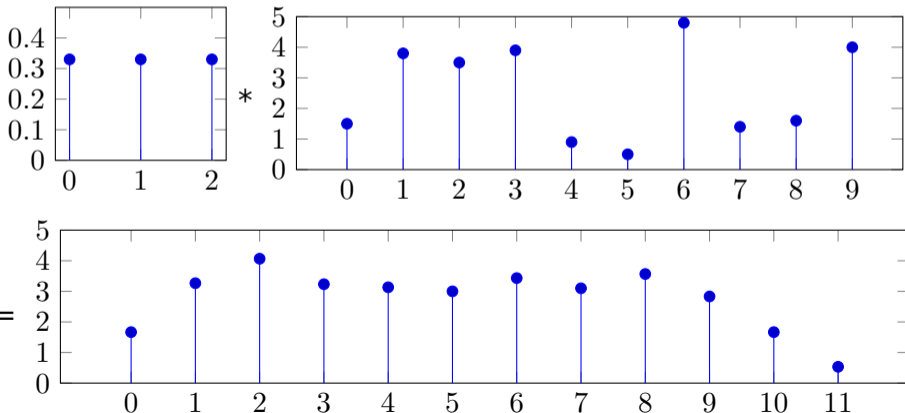
Florob

Binaurale
Tonaufnahmen

Digitale
Signalverarbeitung

Binauraler
Filter

$$x[k] \longrightarrow \sum_{i=0}^2 \frac{1}{3} z^{-i} \longrightarrow y[k]$$



Impulsantworten messen

Binaural
Audio

Florob

Binaurale
Tonaufnahmen

Digitale
Signalverarbeitung

Binauraler
Filter

- Ideale Impulse sind schwer zu erzeugen
 - Frequenzabhängigkeit wird nicht unbedingt gemessen
- ⇒ Messen der Antwort auf einen logarithmischen Sinus Sweep
- Betrachtet als Faltung $\text{sweep}[k] * g[k]$
 - Faltung der Antwort mit inversem Sweep $\text{sweep}^{-1}[k]$ erzeugt Impulsantwort

Gliederung

Binaural
Audio

Florob

Binaurale
Tonaufnah-
men

Digitale
Signalverar-
beitung

Binauraler
Filter

- 1 Binaurale Tonaufnahmen
- 2 Digitale Signalverarbeitung
- 3 Binauraler Filter**

Binaurale Filter

Binaural
Audio

Florob

Binaurale
Tonaufnahmen

Digitale
Signalverarbeitung

Binauraler
Filter

- Messen der FIR eines Kunstkopfes
- Faltung eines Signals mit dieser FIR
- z. B. Aachen Impulse Response Database
 - keine Lizenz
 - zum Rumspielen geeignet
 - Gedacht für Forschung
 - Aufnahmen in verschiedenen hallenden Räumen
 - Matlab Datensätze, lt. Webseite .wav-Dateien auf Anfrage...
 - ...oder .wav selbst mit Octave erstellen

Demo

Binaural
Audio

Florob

Binaurale
Tonaufnah-
men

Digitale
Signalverar-
beitung

Binauraler
Filter

- Klangfalter: LV2 Plugin zur Faltung

Danke für die Aufmerksamkeit.
Fragen?



[http://babelmonkeys.de/~florob/talks/
OSAMC-2016-02-17-Binaural-Audio.pdf](http://babelmonkeys.de/~florob/talks/OSAMC-2016-02-17-Binaural-Audio.pdf)