

# Fragenkatalog zur schriftlichen Prüfung “Algorithmen in Akustik und Computermusik”

*Für das Studium „Komposition-Computermusik“ gelten nur die mit \* markierten Fragen.*

## Filter

- \* Erklären Sie den Begriff “Biquad-Filter” und geben Sie eine für den Audibereich sinnvolle Implementierung des Biquads an. Begründen Sie Ihre Wahl. (10 Pkt.)
- Geben Sie verschiedene Implementierungsformen eines Biquad-Filters an. Erläutern Sie die Vorteile und Nachteile. (20 Pkt.)
- Zeigen Sie 3 Quantisierungsmethoden eines Signals in digitalen Filtern, erläutern Sie ihre Vorteile und Nachteile. (10 Pkt.)
- Erklären Sie das Problem der endlichen Registerbreite digitaler Filter und erläutern Sie das Prinzip der Fehlerrückkopplung. (20 Pkt.)
- Erklären Sie die Problematik der Quantisierung der Filterkoeffizienten und zeigen Sie mögliche Optimierungsvorschläge. (20 Pkt.)
- \* Geben Sie die Herleitung, Parameter und Eigenschaften eines Shelving-Filters an. (20 Pkt.)
- \* Geben Sie die Herleitung, Parameter und Eigenschaften eines Peak/Notch-Filters auf der Basis eines Allpassfilters an. (20 Pkt.)
- Geben Sie das Blockschaltbild und die Bedeutung der Anschlüsse eines Lattice-Filters an. Welche Vorteile bietet diese Struktur, verglichen mit einer Implementierung des Allpassfilter über Direktformen? (20 Pkt.)
- \* Erklären Sie das Prinzip der schnellen Faltung. (20 Pkt.)
- \* Geben Sie die Vorteile und Nachteile der FIR- und der IIR-Filter bezüglich der Implementierung an. (10 Pkt.)
- \* Beschreiben Sie einen zeitvarianten Wah-wah-Filter. (10 Pkt.)
- \* Beschreiben Sie einen zeitvarianten Phaser-Filter. (10 Pkt.)

## Zeitverzögerungsglieder

- \* Nicht rekursive Reflexion aufgrund einer Verzögerung im System: Zeichnen Sie die Struktur eines entsprechenden Filters auf und erläutern Sie die Eigenschaften und Auswirkungen im Frequenz und Zeitbereich. (15 Pkt.)
- \* Rekursive Reflexion aufgrund einer Verzögerung im System. Zeichnen Sie die Struktur eines entsprechenden Filters auf und erläutern Sie die Eigenschaften und Auswirkungen im Frequenz und Zeitbereich. (15 Pkt.)
- \* Bei der Simulation der Reflexionen in einem System mittels Kammfilter entstehen Klangveränderungen. Beschreiben Sie ein System, das die Simulation ohne dieser Klangveränderungen durchführen kann. (20 Pkt.)
- \* Was sind und warum werden fraktionale Verzögerungen benötigt? (10 Pkt.)
- Wie können fraktionale Verzögerungen implementiert werden? Geben Sie Vor- und Nachteile der beschriebenen Implementierungen an. (20 Pkt.)
- \* Welche Effekte basieren auf Verzögerungsgliedern? (10 Pkt.)
- \* Beschreiben Sie eine allgemeine Struktur der auf Verzögerungsgliedern basierenden Effekte. (15 Pkt.)

## Nicht lineare Systeme

- Beschreiben Sie die Volterra-Reihenentwicklung und begründen Sie die Vorzüge bei der Darstellung leicht nichtlinearer Systeme. (20 Pkt.)
- Welche Voraussetzungen müssen nichtlineare Systeme erfüllen damit sie als statisch nichtlinear gelten und wie können solche Systeme charakterisiert werden. (10 Pkt.)
- \* Was sind Dynamikprozessoren und welche Eigenschaften haben sie? (10 Pkt.)
- \* Welche 4 verschiedene Gruppen der Dynamikprozessoren kennen Sie? Beschreiben Sie die Unterschiede. (20 Pkt.)
- Beschreiben Sie eine Implementierungsform für einen Spitzenwertverfolger. (10 Pkt.)
- Beschreiben Sie eine Implementierungsform für eine laufende Effektivwertberechnung. (10 Pkt.)
- Beschreiben Sie den Parameter “Attack time” in einem Dynamikprozessor und geben Sie eine Implementierungsform an. (15 Pkt.)

- Beschreiben Sie den Parameter "Release time" in einem Dynamikprozessor und geben Sie eine Implementierungsform an. (15 Pkt.)
- \* Beschreiben Sie den Aufbau und die grundlegenden Algorithmen eines Kompressors/Expanders. (20 Pkt.)
  - \* Beschreiben Sie den Aufbau und die grundlegenden Algorithmen eines Noise Gate. (10 Pkt.)
  - \* Beschreiben Sie den Aufbau und die grundlegenden Algorithmen eines Limiter. (10 Pkt.)
  - \* Beschreiben und klassifizieren Sie die Verzerrungseffekte Overdrive, Distortion und Fuzz. (15 Pkt.)
  - \* Wie können Subharmonische erzeugt werden? (10 Pkt.)

### Modulatoren / Demodulatoren

- Geben Sie an oder beschreiben Sie die Definition der Hilbert-Transformation. Welche Voraussetzungen müssen Signale erfüllen, damit Zusammenhänge über die HT hergestellt werden dürfen? (20 Pkt.)
- \* Erklären Sie den Zusammenhang zwischen dem reellen und imaginären Teil des Spektrums eines reellen, kausalen Signals mit Hilfe der Hilbert-Transformation. (20 Pkt.)
  - \* Erklären Sie den Begriff des analytischen Signals. (10 Pkt.)
  - \* Erklären Sie den Begriff des kausalen Spektrums. (10 Pkt.)
- Erklären Sie eine Möglichkeit die Hilbert-transformierte eines Signals zu berechnen. (15 Pkt.)
- \* Erklären Sie den Zusammenhang zwischen Betrag und Phase eines minimalphasigen, reellen und kausalen Signals mit Hilfe der Hilbert-Transformation. (20 Pkt.)
  - \* Erklären Sie den Begriff "minimalphasig" und geben Sie die Eigenschaften minimalphasiger Systeme an. (10 Pkt.)
  - \* Vergleichen Sie die Amplitudenmodulation mit der Ringmodulation. (15 Pkt.)
  - \* Erklären Sie den Begriff "Einseitenbandmodulation" und geben Sie eine Möglichkeit zu Implementierung an. (20 Pkt.)

### Quelle-Filter-Modelle

- Beschreiben Sie das multiplikative homomorphe System. (20 Pkt.)
- \* Beschreiben Sie das Prinzip des Cepstrums. (20 Pkt.)
- Beschreiben Sie die Eigenschaften der Signale in der cepstralen Domäne. (10 Pkt.)
- \* Beschreiben Sie zwei Anwendungen des Cepstrums. (20 Pkt.)
  - \* Beschreiben Sie das Grundprinzip der „Linear Prediction Coding“. (20 Pkt.)
- Warum wird üblicherweise die in der LPC verwendete Autokorrelationsmatrix normalisiert? (10 Pkt.)
- Welches Matrixsystem muss bei der Berechnung der Prädiktionskoeffizienten gelöst werden, wie heißt die Matrix in diesem System, welche Eigenschaften hat sie und wie wird dieses Matrixsystem gelöst? (20 Pkt.)
- \* Welche Information enthält das Fehlersignal in der LPC? (10 Pkt.)
  - \* Erklären Sie die Funktionsweise eines Channel-Vocoders. (15 Pkt.)
  - \* Welche Möglichkeiten der Berechnung der Einhüllenden eines Kanals im Channel-Vocoder kennen Sie? (15 Pkt.)
- Was ist das Ziel der Quelle-Filter-Verarbeitung? Geben Sie ein Beispiel an. (10 Pkt.)
- Beschreiben Sie eine Implementierungsform des Vocoders [Cross-Synthese]. (20 Pkt.)
- \* Beschreiben Sie eine Implementierungsform zu Formantenverschiebung über ein Quelle-Filter-Modell. (20 Pkt.)
  - \* Beschreiben Sie eine Implementierungsform zu Formanten getreuer Tonhöhenänderung über ein Quelle-Filter-Modell. (20 Pkt.)
  - \* Beschreiben Sie eine Implementierungsform zu Frequenzschätzung [nicht die Periodenmessung!] und geben Sie die Vorteile und Nachteile gegenüber anderen Formen an. (20 Pkt.)

### Räumliches Hören

- \* Beschreiben Sie das Prinzip der Wahrnehmung der interauralen Laufzeitdifferenzen. (15 Pkt.)
- \* Beschreiben Sie das Prinzip der Wahrnehmung der interauralen Pegeldifferenzen. (10 Pkt.)

- \* Was ist "cone of confusion"? Wie wird dieser Effekt bei der Lokalisation kompensiert? (10 Pkt.)
- \* Was ist "HRTF" und welche Aufgabe haben HRTFs? (10 Pkt.)  
Wie können HRTFs gemessen werden? (20 Pkt.)
- \* Was verstehen Sie unter dem Begriff "Lokalisation"? (10 Pkt.)
- \* Was verstehen Sie unter dem Begriff "Lateralisation"? (10 Pkt.)
- \* Was verstehen Sie unter dem Begriff "Externalisation"? (10 Pkt.)
- \* Wie werden virtuelle Schallquellen über Kopfhörer generiert? (10 Pkt.)
- \* Wie wirkt sich die binaurale Kohärenz auf das Hörereignis aus? (10 Pkt.)  
Erklären Sie das Hörmodell von Breebaart. (20 Pkt.)  
Wie können die HRTFs modelliert werden? Beschreiben Sie eine einfache Struktur. (20 Pkt.)
- \* Beschreiben Sie den Unterschied zwischen der Lokalisation über Kopfhörer und der Lokalisation über Lautsprecher im Freifeld. (10 Pkt.)  
Welche Hörereignisorte können bei der Lokalisation im kohärenten Schallfeld entstehen? (10 Pkt.)
- \* Erklären Sie den Begriff "Vector-Based Amplitude Panning" und geben Sie ein Beispiel der Anwendung an. (20 Pkt.)  
Geben Sie die wichtigsten Merkmale der Metatheorie der Lokalisation von Gerzon an. (20 Pkt.)
- \* Erklären Sie die Begriffe "Holophonie" und "Wellenfeldsynthese" und „Ambisonics“. Geben Sie die Unterschiede zwischen den Verfahren an. (10 Pkt.)  
Erklären Sie den Begriff "Cross-talk Cancellation" im Zusammenhang mit Schallquellenwiedergabe über Lautsprecher. (20 Pkt.)
- \* Wie beeinflusst die Räumlichkeit die Lokalisationswahrnehmung? (10 Pkt.)
- \* Was ist Nachhall und wie wird er spezifiziert? (10 Pkt.)  
Erklären Sie verschiedene Modelle des Schallfeldes in geschlossenen Räumen und spezifizieren Sie den sinnvollen Anwendungsbereich. (20 Pkt.)
- \* Erklären Sie die Rolle früher Reflexionen im Nachhall und zeigen Sie eine mögliche Implementierung. (15 Pkt.)
- \* Wie kann die Distanzwahrnehmung im Nachhall simuliert werden? (10 Pkt.)  
Erklären Sie die Rolle des Diffushalls im Nachhall und zeigen Sie eine mögliche Implementierung. (15 Pkt.)  
Warum muss die Dichte der Frequenzen und der Echos im Diffushall verdichtet werden? Geben Sie mögliche Implementierungen an (15 Pkt.)  
Beschreiben Sie das Modell zur Raumsimulation von Moorer. (20 Pkt.)  
Beschreiben Sie das „Feedback Delay Network“. (20 Pkt.)

### Systemidentifikation

- Erklären Sie das Messverfahren "Time-Delay-Spectrometry" [1-pass] – Blockschaltbild, Herleitung. (20 Pkt.)
- Warum wird ein 2-pass-Verfahren in Time-Delay-Spectrometry benötigt? (10 Pkt.)
- \* Erklären Sie das Messverfahren "Periodic Impulse Excitation". (20 Pkt.)
- \* Warum ist bei der Impulsmessung die periodische Anregung und Mittelung notwendig? (10 Pkt.)
- \* Erklären Sie das Verfahren "2-Kanal-FFT", inkl. Voraussetzungen, Vor- und Nachteile. (20 Pkt.)
- \* Welche Vorteile haben binäre Pseudozufallsfolgen im Vergleich zum weißen Rauschen? (10 Pkt.)  
Durch welchen mathematischen Zusammenhang ermöglichen binäre Pseudozufallsfolgen die Systemidentifikation? (10 Pkt.)  
Was sind Goley-Codes und wie kann die Systemidentifikation mit ihnen durchgeführt werden? (15 Pkt.)
- Was ist eine Maximum-Length-Sequence, welche Eigenschaften hat sie und wie kann sie erzeugt werden? (15 Pkt.)
- Wie kann mithilfe der MLS die Systemidentifikation durchgeführt werden? (20 Pkt.)

- Beschreiben Sie die Immunität der MLS-Messung auf Rauschen und nicht-lineare Verzerrungen. (15 Pkt.)
- Beschreiben Sie die Systemidentifikation mit exponentiellen Sweeps. (20 Pkt.)
- \* Welche Vorteile hat die Systemidentifikation über exponentielle Sweeps im Vergleich zu MLS? (10 Pkt.)
- Was kann bei der Systemidentifikation mit logarithmischen Sweeps in einer Messung ermittelt werden? (10 Pkt.)
- Vergleichen Sie 2 Methoden zu Systemidentifikation Ihrer Wahl bezüglich der Immunität auf Rauschen und Verzerrungen. (15 Pkt.)

### **Zeit-Frequenz-Verarbeitung**

- \* Beschreiben Sie die Methode zu Zeitdehnung mittels "Synchronous Overlap and Add" (20 Pkt.)
- \* Was verstehen Sie unter der "Pitch-synchronous Overlap and Add"-Methode zu Zeitdehnung? (10 Pkt.)
- \* Beschreiben Sie die Methode zu Tonhöhenänderung mittels Delay-Modulation. (20 Pkt.)
- \* Was verstehen Sie unter Kurzzeit-Fourier-Transformation? (15 Pkt.)
- \* Was ist ein Phasenvocoder? (10 Pkt.)
- \* Erklären Sie den Aufbau eines Phasenvocoders mit der Blockfiltertechnik. (20 Pkt.)
- \* Erklären Sie den Aufbau eines Phasenvocoders mit der Filterbanksummation. (20 Pkt.)
- Erklären Sie die Rekonstruktion der Momentanfrequenzen im Phasenvocoder. (20 Pkt.)
- \* Beschreiben Sie wie Zeitdehnung mithilfe des Phasenvocoders durchgeführt werden kann. (20 Pkt.)
- \* Beschreiben Sie wie Tonhöhenänderung mithilfe des Phasenvocoders durchgeführt werden kann. (20 Pkt.)
- \* Was ist und wie wird "Robotization" implementiert? (10 Pkt.)
- \* Was ist und wie wird "Whisperization" implementiert? (10 Pkt.)
- \* Was ist und wie wird "Denoising" implementiert? (10 Pkt.)