

Übung 5 – Digitale Medien

Inhalt

- Signalverarbeitung
- Audiosignale
- Audio-Kompression

Aufgaben

Aufgabe 1: Signalverarbeitung

Starten Sie das Java-Applet unter <http://www.nt.e-technik.uni-erlangen.de/~rabe/SYSTOOL/SYSTOOL2.03/home.htm>, Menüpunkt *Sampling* (Browser muss Applets unterstützen; im Rechner-Pool z.B. Firefox). Machen Sie sich mit den Funktionen des Applets vertraut (**Wichtig:** das Applet funktioniert leider nicht unter allen Plattformen ganz ordnungsgemäß: bei Einstellung der Frequenz muss man alle Werte nochmal explizit auswählen!). Machen Sie sich insbesondere die Bedeutung aller Funktionen und die Einheiten auf den x- und y-Achsen genau klar!

- a) Stellen Sie nun folgende Werte ein: Sinusschwingung, Frequenz 2 Hz. Stellen Sie für die Abtastfrequenz einer Periodendauer $T=0,1$ s ein. Betrachten Sie die Frequenzspektren des Original- und des abgetasteten Signals. Wodurch unterscheiden sich die beiden Spektren? Versuchen Sie das Ausgangssignal mit Hilfe eines geeigneten Tiefpassfilters zu rekonstruieren. Welche Bandbreite muss der Filter haben?
- b) Stellen Sie T nun schrittweise hoch auf 0,3 s. Betrachten Sie das Frequenzspektrum des abgetasteten Signals. Warum kann das Originalsignal nicht mehr korrekt rekonstruiert werden?
- c) Stellen Sie die Frequenz der Sinusschwingung auf 10 Hz. Wählen Sie eine ausreichend hohe Frequenz für die Abtastung. Wie hoch muss die Abtastfrequenz mindestens sein, um das Originalsignal annähernd richtig rekonstruieren zu können? Betrachten Sie nun wieder das Frequenzspektrum des Original- und abgetasteten Signals und versuchen Sie, das Originalsignal durch Anwendung eines geeigneten Wertes für den Tiefpassfilter zu rekonstruieren.

Aufgabe 2: Audiosignale

Laden Sie aus dem Internet eine lizenzfreie Musikdatei herunter (z.B. ein mp3-File von <http://mp3.de/promo/>). Öffnen Sie die Datei mit dem Player *xmms*. Starten Sie vor dem Abspielen *alsamixergui* in der Eingabe und treffen Sie die entsprechenden Einstellungen, damit Sie im Rechner-Pool etwas über Kopfhörer hören können.

- a) Achten Sie darauf, dass beim Abspielen in *xmms* der Spectrum-Analyzer (vertikale Balken) zu sehen ist (stellen Sie den Player auf doppelte Größe). Was wird hier dargestellt?

b) Öffnen Sie den Equalizer und verändern Sie verschiedene Einstellungen. Was macht ein Equalizer?

Aufgabe 3: Audibearbeitung, Filter

Laden Sie sich von der Übungsseite die Datei *mixed.wav* herunter und öffnen Sie diese mit dem Audibearbeitungsprogramm *audacity*. Starten Sie die Audiowiedergabe und betrachten Sie anschließend das Frequenzspektrum von Ausschnitten der Datei (*Ansicht → Spektrum*). Beachten Sie, dass generell ein Ausschnitt, der bearbeitet oder analysiert werden soll, immer erst markiert werden muss.

a) Was kann man im Frequenzspektrum bezüglich des Störsignals erkennen?

b) Kopieren Sie das Signal in eine neue Tonspur (*Projekt → Neue Tonspur*), damit Sie später die Bearbeitete Datei mit der Originaldatei vergleichen können. Beachten Sie, dass wenn Sie eine einzelne Tonspur anhören möchten, die anderen Tonspuren auf stumm geschaltet werden müssen.

c) Versuchen Sie, mittels Effekten (Menüpunkt *Effekte*) das Störsignal weit möglichst herauszufiltern. Probieren Sie dabei zwei bis drei verschiedene Möglichkeiten aus und verwenden Sie jeweils eine separate Tonspur, damit Sie die einzelnen Versuche (und die Originaldatei) vergleichen können.

Aufgabe 4: Komprimiertes Audio

a) Schließen Sie die Datei und starten Sie eine Aufnahme über das Mikrofon. Achten Sie dabei darauf, dass in Ihrem Soundkarten-Mixer das Mikrofon auf Aufnahme gestellt ist und die entsprechenden Lautstärkereglern weit genug geöffnet sind. Sprechen Sie einen kurzen Text und nehmen Sie sich dabei selbst auf. Speichern Sie dies ebenfalls als eine WAV-Datei ab. Bei Problemen mit der Aufnahme kann alternativ auch die Datei *beispiel.wav* von der Übungsseite geladen werden.

b) Komprimieren Sie die WAV-Datei nach mp3. Sie können dazu das Kommandozeilen-Tool [lame](#) verwenden. Rufen Sie dazu zunächst die Hilfe mit `lame --longhelp` auf und verschaffen Sie sich einen Überblick über die verschiedenen Einstellungsmöglichkeiten (alternativ: Beschreibung von lame im Web).

c) Erstellen Sie nun unter Verwendung verschiedener Einstellungen mehrere verschiedene mp3-Dateien mit unterschiedlichen Sample- und Bitraten, insbesondere den kleinstmöglichen. Was ist der Unterschied zwischen Samplerate und Bitrate? Was ist beim Abspielen der komprimierten Audiodateien zu beobachten? (Abspielen in der Konsole/im xterm ist mit `mpg123` möglich)

d) Nehmen Sie das Musikstück und kodieren Sie es mit variabler Bitrate und einer Obergrenze von 64kbit/s nach mp3 und nach [OggVorbis](#):

```
lame -v -B 64 file.wav file.mp3  
oggenc -M 64 file.wav file.ogg
```

Vergleichen Sie die Qualität beim Abspielen (OggVorbis Dateien können in der Konsole/im xterm mit `ogg123` abgespielt werden).

e) Wandeln Sie die MP3-datei wieder in das WAV-Format zurück. Worin unterscheidet sich die resultierende WAV-Datei von der ursprünglichen WAV-Datei?

Aufgabe 5 (optional): Effekte

Experimentieren Sie mit der WAV-Datei aus Aufgabe 4 in *audacity*.

a) Schneiden Sie in der Tonspur einen Ausschnitt aus dem gesprochenen Text heraus und fügen ihn an anderer Stelle wieder ein.

b) Probieren Sie verschiedene Effekte zur Veränderung ihrer Stimme.

c) Wenden Sie die Effekte auf (beliebige) Musikdateien an.