

Universität Würzburg
Lehrstuhl III, Internet-Technologien

Hardwarepraktikum

Aufgabe A: Signalübertragung, Multiplexbildung und Fehlerbehandlung

Von:
Ramadan Shweiki, 2081693
Ala Eddine Ben Yahya, 2073907
Andrej Fink, 2068082

Würzburg, Juli 2016

1. Pulscodemodulation von Audiosignalen

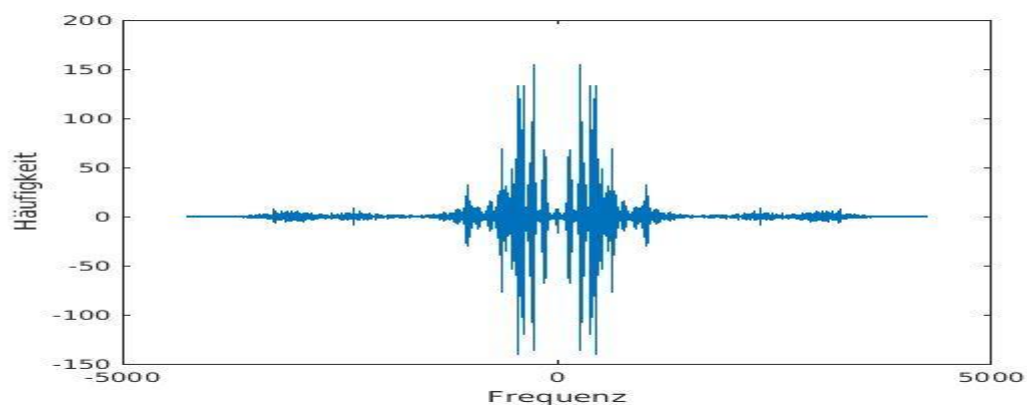
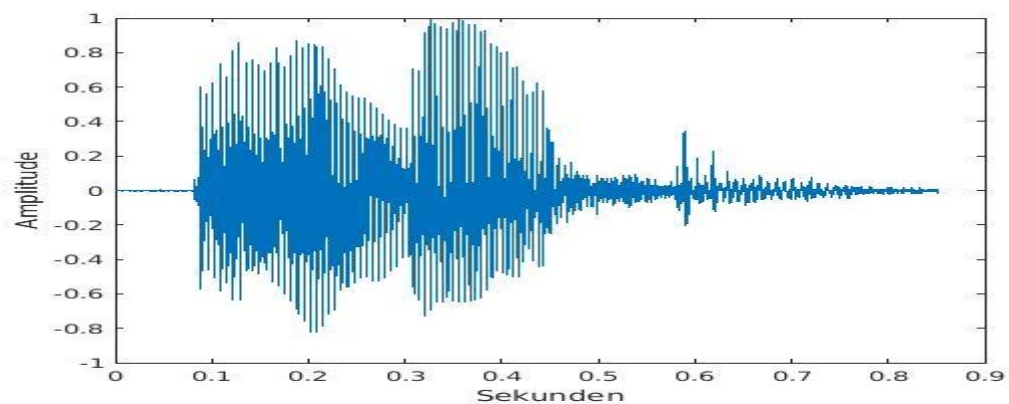
1.3.1

Die Information des Signals „Aloha“ befindet sich im Wesentlichen im Frequenzbereich 0-1500 Hz, die Information des Signals „Ring“ 0-2500 Hz und des Signals „Run“ 0-10000 Hz.

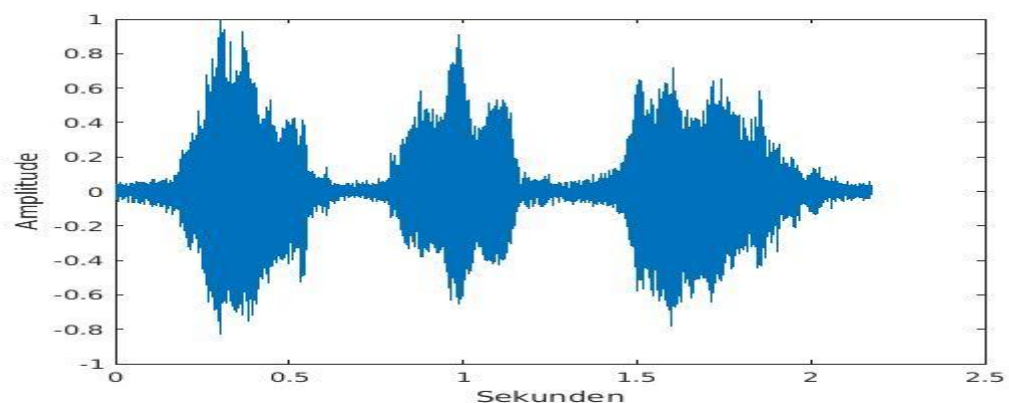
Unser Frequenzbereich zeigt die Häufigkeit des Vorkommens einer bestimmten Sinusoide. Höhere Stimmen haben höhere Frequenz und niedrigere umgekehrt. Das spiegelt sich im y-Achse unseres Frequenzbereichs.

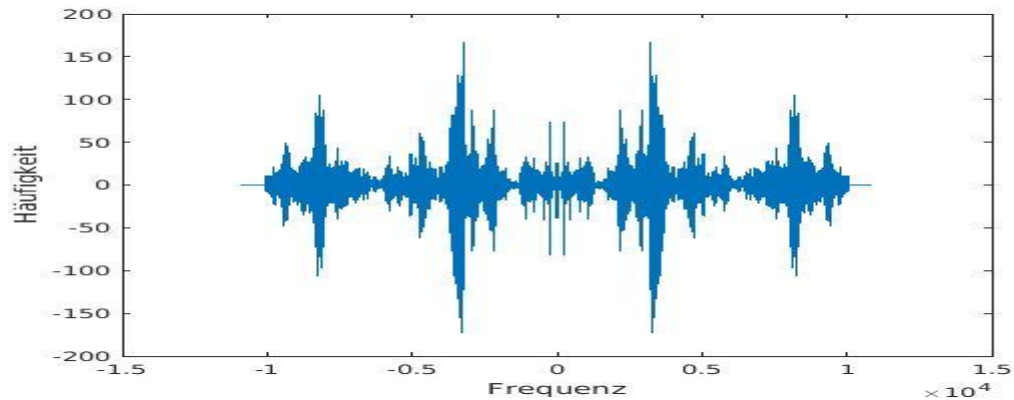
Abbildungen 1-6:

- „Aloha“ in Zeit- und Frequenzbereich

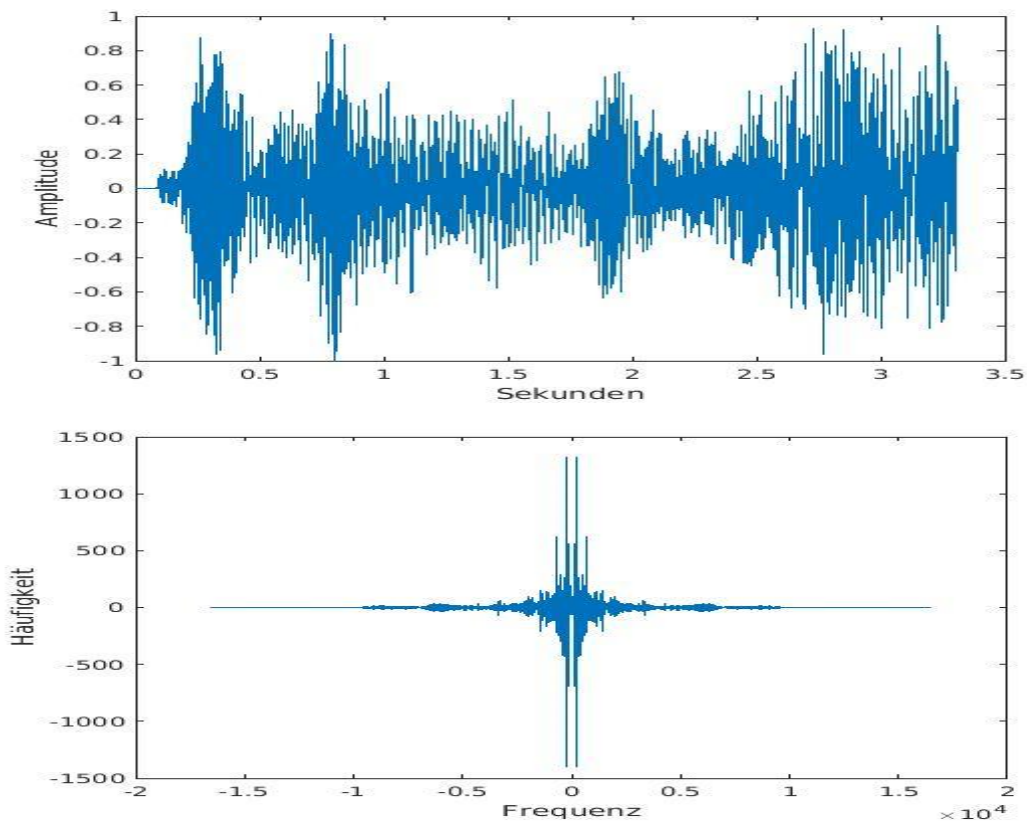


- „Run“:





- „Ring“:

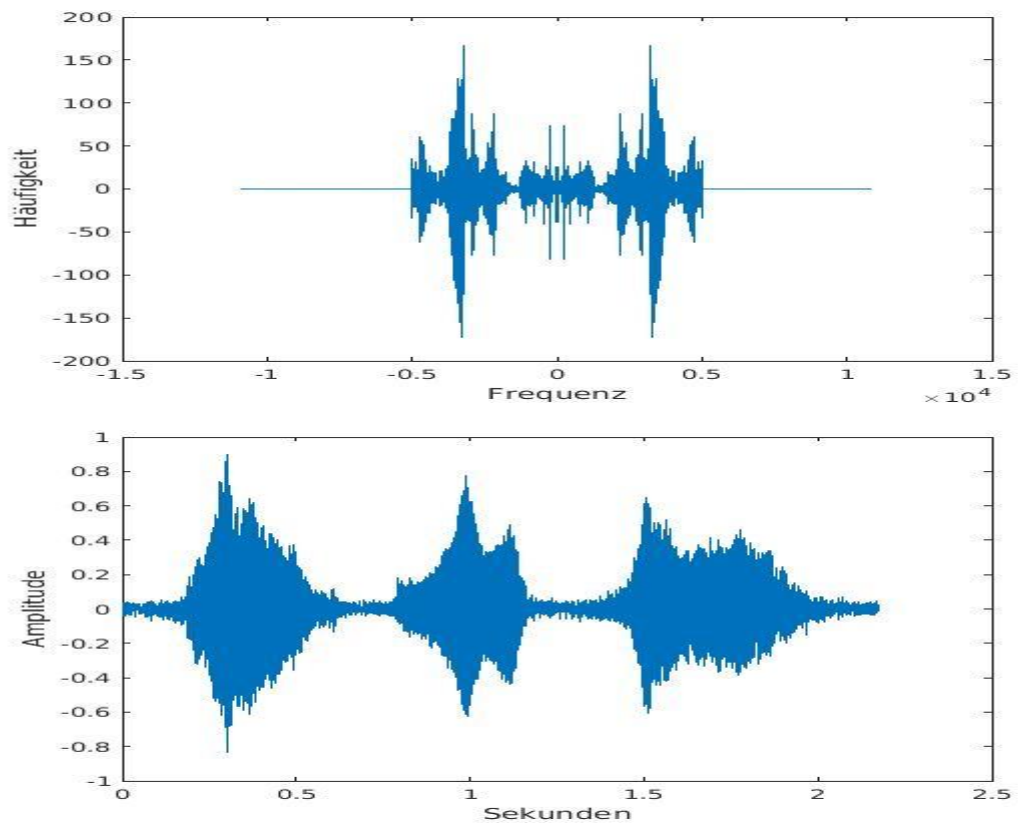


1.3.2

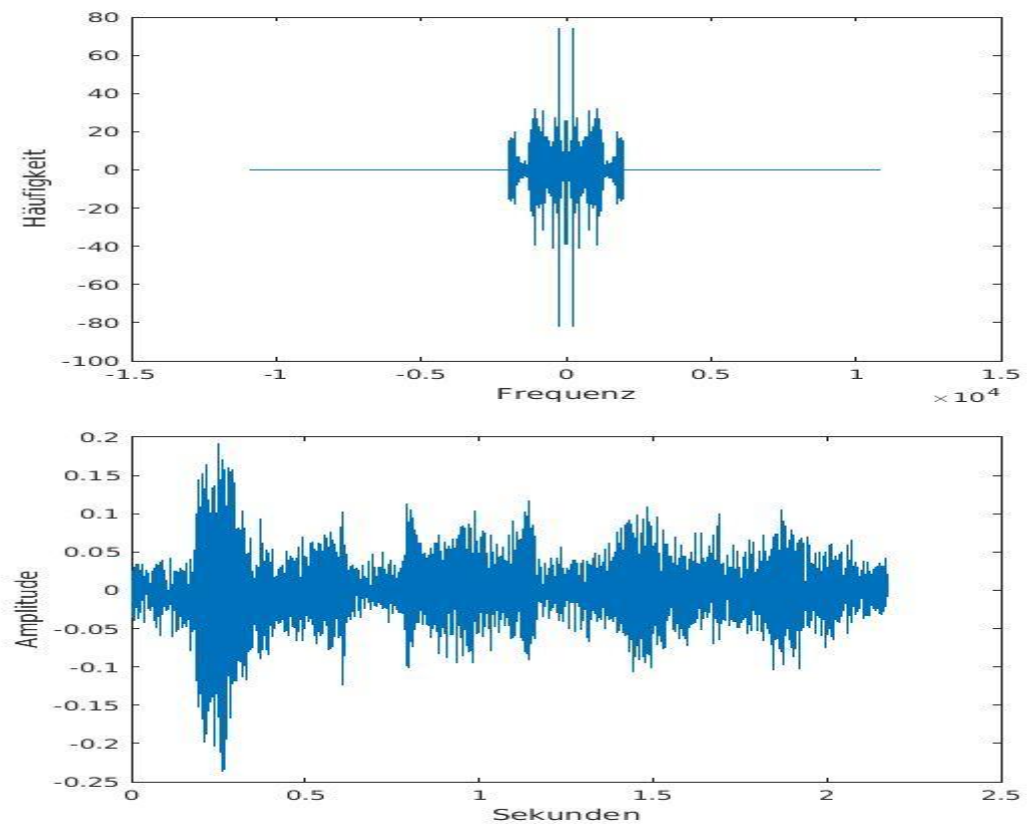
Mit höheren Frequenzen eliminiert, wird das Signal erst um höhere Töne reduziert. Bestimmt man die Grenzfrequenz niedriger, so wird das Signal gedämpft, da nur Schwingungen mit niedrigerem Frequenz im Signal bleiben. Signal „Aloha“ ist noch für Grenzfrequenz 1000 Hz verständlich, Signal „Ring“ bis 3500 Hz und Signal „Run“ bis 5000 Hz.

Beim Signal „Run“ ist Hintergrundgeräusch Vogelzwitschern, also Töne mit hoher Frequenz. Wird Bandpass unter hohen Frequenzen gesetzt (Abbildung 11), z.B. 5500 Hz, so kann man Zwitschern entfernen ohne Verständlichkeit der Stimme zu verschlechtern.

Abbildungen 7-8: Tiefpass von 5 kHz verändert das Signal nicht viel, eliminiert aber Vogelzwitschern.



Abbildungen 9-10: Beispiel wenn Tiefpass zu niedrig gesetzt ist - 2 kHz. Das Signal ändert sich bedeutend.



1.3.3

Bei der zu langsamen Abtastung umfasst entstandenes Signal nicht alle Schwingungen. Wiederherstellung des Audiosignals enthält somit nicht alle Töne.

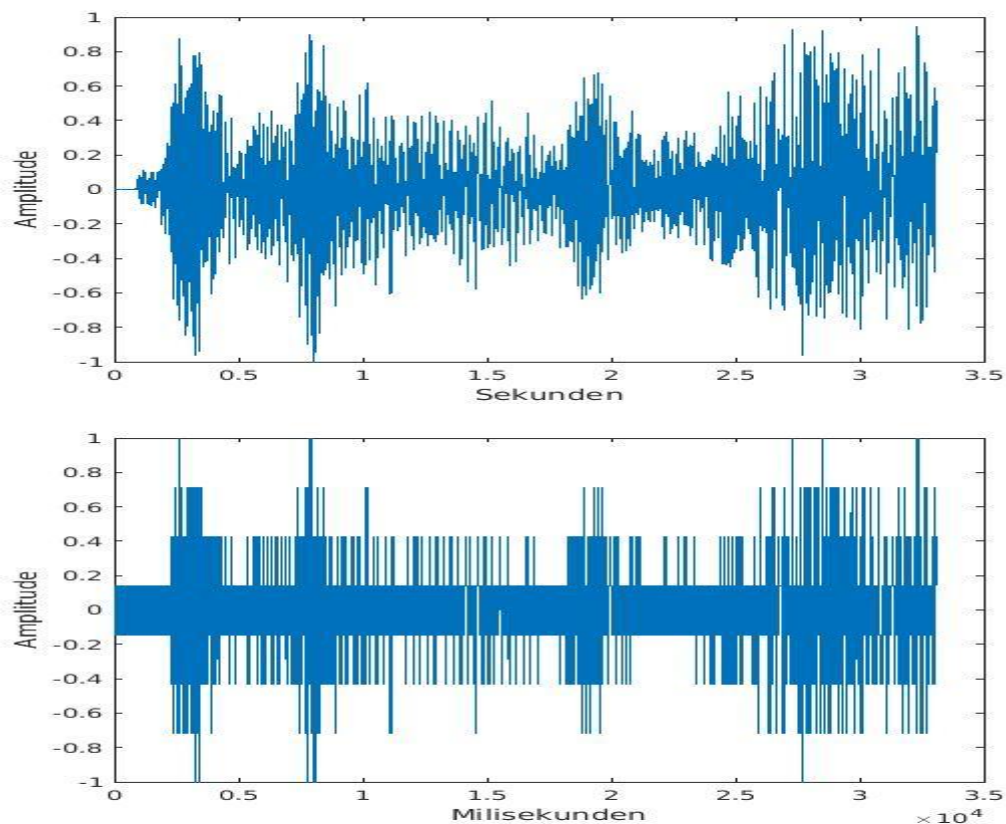
Überabtastung erfolgt wenn Nyquist-Kriterium überschritten wird. Abtastung ist schneller als nötig und verursacht größere Datenmenge. Unterabtastung führt wegen fehlenden Informationen zur verschlechterten Verständlichkeit des Signals.

Z.B., originale „run.wav“-Datei ist bei Abtastfrequenz 11025 Hz 43,5 kB groß. Mit neue Abtastfrequenz 8000 Hz vermindert sich die Größe auf 31,6 kB. Somit verschlechtert sich aber auch Qualität. Also, ist die Tonqualität nicht so wichtig, wie bei Gespräch, kann man mittels niedrigerer Abtastfrequenz die Datenaufwand verkleinern.

1.3.4

Um Verständlichkeit zu behalten, muss man die Werte mit mindestens 1 Bit für „Aloha“, 3 Bits für „Ring“ und 2 Bits für „Run“ quantisieren, was überraschend wenig ist. Wie man sieht, brauchen Signale mit mehreren unterschiedlichen Tonhöhen wenige Bits, weil sie besser verteilt sind und somit sind die Töne besser unterscheidbar.

Abbildung 11: Beispiel von linearer Quantisierung für Signal „Ring“, sodass Signal noch verständlich bleibt (also 3 Bits). Vor und nach Quantisierung:



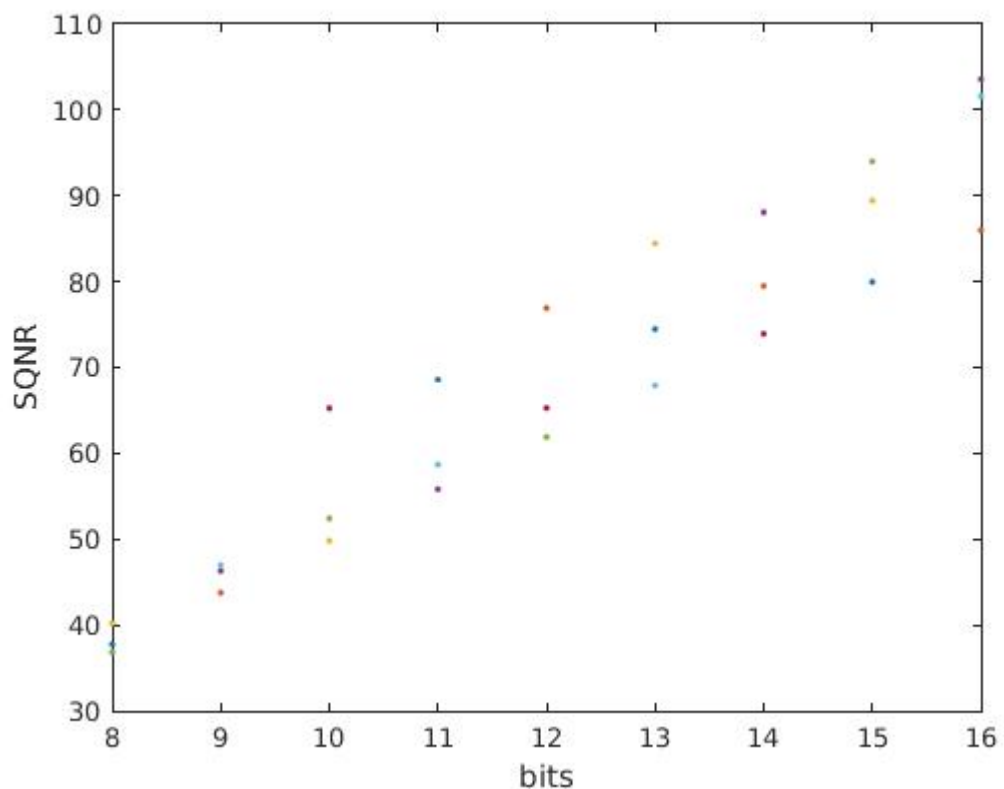
Lineare Quantisierung verteilt die Werte in Signalvektor in begrenzt viele Stufen. Die Verständlichkeitsgrenze variiert also nach Tonvielfalt eines Signals. Befinden sich mehrere Information im engen Frequenzabschnitt, so

werden sie zusammengepresst und somit werden wichtige Tonunterscheidungen verloren gegangen. Solches Ereignis nennt man Quantisierungsfehler. Durch Kompondierung kann man das vermeiden.

1.3.5

Wie aus Graphen zu gelesen ist (Abbildung 12), verbessert sich SQNR um 5-10 dB per Bit.

Abbildung 12: alle drei Signale sind als steigende Linien zu erkennen, „Run“ oben, „Ring“ in der Mitte und „Aloha“ unten.



1.3.6

Siehe Kodeabschnitt „LINQUANT – STUFEN“ in „plotten.m“.

2 Codemultiplex-Schaltung

2.4.1

Abbildung 13: Beispiel von 4Bit-Walshcode.

```
wal =  
  
    1    1    1    1  
    1   -1    1   -1  
    1    1   -1   -1  
    1   -1   -1    1
```

2.4.2

Beispiel für „Aloha“ mit 8 kHz Abtastfrequenz gespreizt mit Walshcode [1 -1 1 -1]. Gespreiztes Signal ist also Länge des Signals mal Länge des Walshcodes groß.

Abbildung 14:

```
ans =  
  
197632  
  
ans =  
  
49408
```

2.4.3

Siehe Kodeabschnitt „MULTIPLEX - SIMULATION“ in „main.m“.

2.4.4

Bei Fehlerwahrscheinlichkeit 1% und Welshcodelänge X ändert sich Verständlichkeit nicht, also ist Verfahren genug Robust. Bei 10% aber schon stark. Mit Welshcodes um 64 Bits zu vergrößern ergänzt man genug Redundanz um Effekt des Bitfehlers zu reduzieren.

2.4.5

Wenn einer des Senders stärker ist, so wird Multiplex-Signal gestört. Solche Situation kann natürlich auftreten, da im drahtlosen Netzwerk Sender gibt mit verschiedene Stärke und Entfernung von Empfangstationen. Wir haben folgende Lösungen gefunden:

- In Mobiltelefonie wird Problem oft mit dynamischer Ausgangsleistung gelöst, sodass die Stärke der Sendung mit Entfernung variiert.
- Sendungszeit wird geordnet, sodass zwei Geräte nie zugleich senden.

(Quelle: Near-far problem - Wikipedia (https://en.wikipedia.org/wiki/Near-far_problem))