

Übungseinheit 4

Ziel:

Ziel dieser Übung ist die Implementierung eines 4-Kanal Equalizers. Ein vorgefertigtes Projekt finden Sie im entsprechenden Verzeichnis im Arbeitsplatz. Vervollständigen Sie das Programm und berechnen Sie passende Koeffizienten.

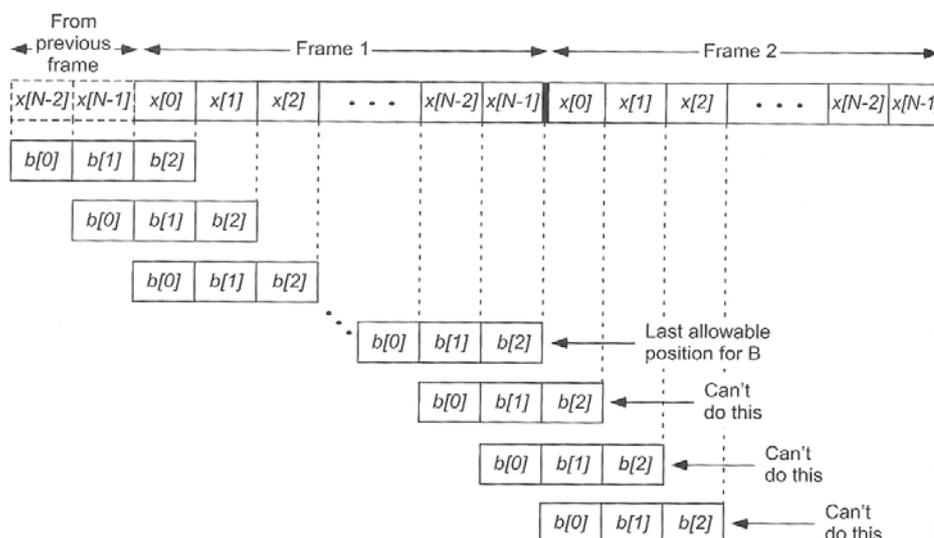
Einführung:

In der Übung wurde bis jetzt eine sample-by-sample Verarbeitung durchgeführt, d.h. jedes einkommende Signal wurde in Empfang genommen, bearbeitet und zurück zum Codec gesendet. Diese Vorgehensweise erleichtert zwar das Verständnis, ist aber nicht sehr effektiv, da ein sehr großer Overhead an Rechenleistung entsteht (Sample in Empfang nehmen, Sample zurück zum Codec schicken). Viel effektiver ist es hingegen den DMA-Controller so zu konfigurieren, dass die Daten vom Codec automatisch an einer vorgegebenen Speicherstelle gesichert werden. Erst wenn der Buffer voll ist bekommt der Prozessor ein Signal (Interrupt) und kann sich anschließend ausschließlich mit der Signalverarbeitung beschäftigen.

Diese Vorgehensweise wird bei der so genannten frame-based Verarbeitung verwendet, bei dem ein DMA-Controller verwendet wird und so folgender Ablauf entsteht:

Es werden 3 Speicherplätze (A, B, C) mit einer vorgegebenen Länge N (Größe des Frames) reserviert. Speicher A wird mit den Daten des Codec befüllt, die Daten im Speicher B werden vom DSP bearbeitet und Speicher C enthält die Daten, mit denen der Codec gefüttert wird. Ist Frame A voll und somit auch Frame C leer, wird ein Interrupt ausgelöst und Speicher C dient nun als Eingangsbuffer, Speicher B als Ausgangsbuffer und A wird vom DSP bearbeitet. Durch diese Vorgehensweise wird die Signalberechnung nicht bei jedem Sample unterbrochen, der Rechenzeitverlust durch einen Interrupt entsteht nur alle N Signale und es steht ein Buffer mit N Samples für die Berechnungen zur Verfügung, was z.B. bei der FFT auch Voraussetzung ist. Der einzige Nachteil bei diesem Verfahren ist der große Speicheraufwand und die Verzögerung des Signals um $2 \cdot N \cdot \text{tsample}$ durch die Bufferung.

Je nach Berechnung müssen zusätzliche Samples bei jedem Framewechsel gespeichert werden, wie im folgenden Bild ersichtlich wird.



In den nächsten Übungen werden Sie dieses Frame-basierte Verfahren bei der Signalverarbeitung verwenden. Die dazu notwendige Umgebung wird Ihnen zur Verfügung gestellt.

Übungen

Frage1:

Wieviel Rechenzyklen stehen dem DSP für die Bearbeitung eines Kanals zur Verfügung?

Frage2:

Welcher Frequenzbereich wird vom Menschen wahrgenommen?

Aufgabe 1:

Implementieren Sie vier Filter, die zunächst dieselben Koeffizienten benutzen. Verwenden Sie einen einfachen Mittelwertfilter (Tiefpassfilter). Optimieren Sie nun ihre Funktion so, dass möglichst viele Koeffizienten verwendet werden können, ohne dass es zu einem Bufferüberlauf kommt (mind. 40 Koeffizienten). Es wäre zwar möglich für jeden Filter unterschiedlich viele Koeffizienten zu verwenden, da das Filtern tiefer Frequenzen entsprechend mehr Samples und somit Koeffizienten beansprucht um ein angemessenes Ergebnis zu erzielen. Um die Lösung zu vereinfachen, kann darauf verzichtet werden.

Tip: Beachten Sie, dass Sie in diesem Fall, wo alle Filter das gleiche Band filtern, die Lautstärke auf ein Viertel gesetzt werden muss, um die Eingangs-Lautstärke zu erhalten.

Aufgabe 2:

Berechnen Sie mit Matlab passende Koeffizienten für die einzelnen Kanäle. Wählen Sie dazu zunächst eine geeignete Einteilung des hörbaren Frequenzbereichs, beachten Sie dabei auch, dass der Mensch ein logarithmisches Hörvermögen besitzt. Um ein vernünftiges Ergebnis bei der Filterung zu erhalten, kann der Tiefpassfilter bis 1kHz gehen.

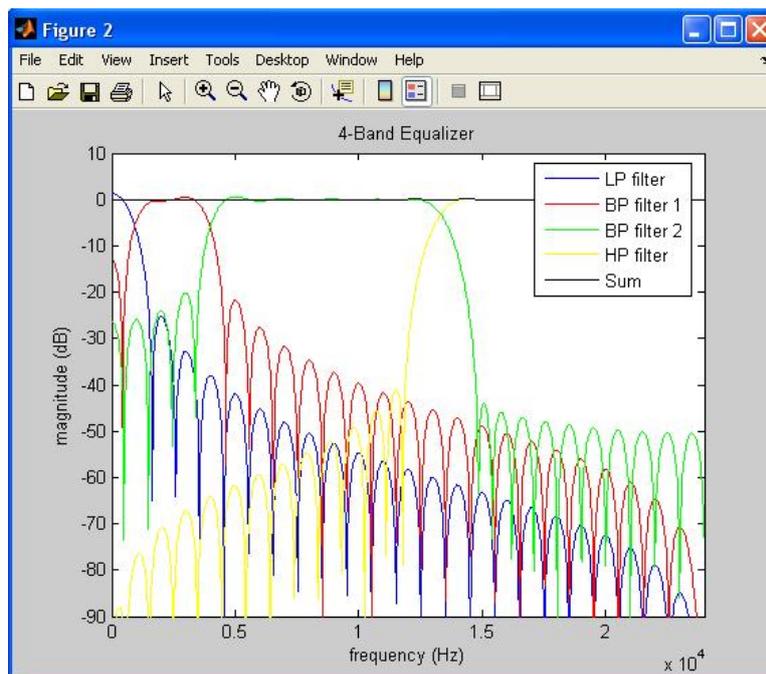
Für die Koeffizientenberechnung stellt Ihnen Matlab mehrere Tools zur Verfügung, eine sehr mächtige und umfangreiche Oberfläche bietet Ihnen dabei das „fdatool“. Für den Equalizer ist ein Tiefpass-, 2 Bandpass- und ein Hochpassfilter erforderlich.

Beachten Sie auch die begrenzte Rechenleistung des DSP und wählen Sie daher Filter mit entsprechender Ordnung.

Aufgabe3:

Schreiben Sie eine Matlab-Funktion, die sowohl das Filterverhalten jedes einzelnen als auch die Summe der Filter im Spektralbereich plottet.

Wichtige Befehle: freqz



Aufgabe 4:

Testen Sie Ihren Equalizer mit den in Aufgabe 2 berechneten Koeffizienten. Zum Exportieren der Koeffizienten, d.h. zum Erstellen einer .c bzw. .h Datei, können Sie die im Arbeitsverzeichnis vorgesehene Matlab-Funktion `equalizer_dump2c('Dateiname', Koeffizientenmatrix)` verwenden.

Schreiben Sie eine GEL-Datei, die je einen Slider für die Lautstärke eines Kanals vorsieht und einen Slider um den Equalizer ein- bzw. auszuschalten.

Viel Spaß und Erfolg bei der Durchführung!