

Praktikum 9

Synchronisationsverfahren und Frame Detektion

Abgabe: Bis 18.01.2018 23:59 Uhr (per e-mail). Die Praktikumsaufgaben sollten möglichst in Gruppen von 2 bis 3 Personen bearbeitet werden, damit nur eine Abgabe erfolgen muss.

Die Simulationen haben mit Matlab Simulink 2016a zu erfolgen.

Bei ausreichender Bearbeitung der Aufgaben gibt es 1 Punkt.

Beachten Sie auch die aktuellen Hinweise auf der Vorlesungswebsite unter:

<http://www.informatik.hu-berlin.de/forschung/gebiete/bbk>

Aufgabe 1

Erstellen Sie eine neue Simulationsdatei namens *Praktikum09.slx* und nutzen Sie als Grundlage das in *Praktikum 8 - Aufgabe 2* erstellte Simulationsmodell (mit Zyklischem Präfix). Gehen sie im Folgenden davon aus, dass Transmitter und Receiver nicht mehr automatisch synchron laufen und zwischen den einzelnen OFDM-Frames variable Verzögerungen auftreten können. Durch die Detektion einer geeigneten Stelle im Signal lässt sich der Frameanfang ermitteln und damit der Receiver synchronisieren. Wandeln Sie dazu zunächst den framebasierten Ausgang des BBK-Kanals durch einen *Unbuffer* Block in einen samplebasierten um und schließen Sie ihn an ein neues Subsystem namens *OFDM-Synchronizer* an. Modifizieren Sie den Vektor zur Erzeugung der kurzen Trainingssequenz in folgende komplexwertige Symbole:

$$\text{STS} [-26, 26] = \sqrt{13/6} * \{0, 0, 1+j, 0, 0, 0, -1-j, 0, 0, 0, 1+j, 0, 0, 0, -1-j, 0, 0, 0, -1-j, 0, 0, 0, 1+j, 0, 0, 0, \\ 0, 0, 0, 0, -1-j, 0, 0, 0, -1-j, 0, 0, 0, 1+j, 0, 0, 0, 1+j, 0, 0, 0, 1+j, 0, 0, 0, 1+j, 0, 0\}$$

Aufgabe 2 (Autokorrelation zur groben Zeitsynchronisation)

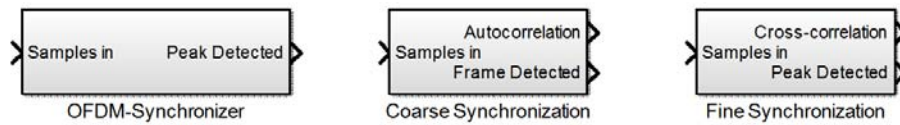
Mit Hilfe der kurzen Trainingssequenz kann man den Anfang eines Frames erkennen und damit eine grobe Synchronisation durchführen. Erstellen Sie dafür innerhalb des *OFDM-Synchronizer* ein Subsystem namens *Coarse Synchronization*, welches die Autokorrelation des samplebasierten Signals mit einem Abstand von 16 Abtastwerten durchführt. Verwenden Sie einen *Digital Filter Block* mit endlicher Impulsantwort (FIR-Filter), um einen gleitenden Mittelwert der Autokorrelation über 16 Abtastwerte zu berechnen. Bilden Sie davon den Betrag und geben Sie ein Signal namens *Frame Detected* aus, welches immer dann 1 ist, wenn der Betrag größer als 0,8 ist. Visualisieren Sie das Ergebnis und führen Sie die *Autocorrelation* und *Frame Detected* Signale aus dem *Coarse Synchronization* Subsystem.

Aufgabe 3 (Kreuzkorrelation zur feinen Zeitsynchronisation)

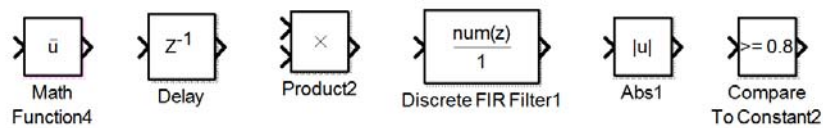
Bilden Sie in einem Subsystem *Fine Synchronization* den Betrag der Kreuzkorrelation zwischen dem samplebasierten Signal und der langen Trainingssequenz für eine feine Zeitsynchronisation. Nutzen Sie dafür einen Digitalen Filter mit endlicher Impulsantwort (FIR-Filter), der seine Koeffizienten als separaten Eingang erhält. Die Koeffizienten sind hier der [1x64] Zeilenvektor der normierten IFFT der langen Trainingssequenz. Da in der Präambel zwei Trainingssymbole hintereinander gesendet werden, finden sich auch in der Kreuzkorrelation zwei ausgeprägte Peaks wieder. Erweitern Sie das Subsystem so, dass an immer der gleichen Position innerhalb eines OFDM-Frames im Ausgangssignal namens *Peak Detected*, eine Eins und sonst eine Null ausgegeben werden. Bilden Sie das Produkt aus der Kreuzkorrelation und der um eine lange Trainingssequenz verzögerten Kreuzkorrelation um nur noch einen Peak zu erhalten. Detektieren Sie diesen Peak im Signal unter der Annahme, dass zuvor durch die grobe Synchronisation ein Frame erkannt wurde (*Signal Frame Detected*) und dass der gesuchte Frame beliebig im Signal verschoben sein kann. Ein Test mit variablen Signalverzögerungen ist noch nicht notwendig, dieser erfolgt im nächsten Praktikum. Visualisieren Sie die Signale zur Zeitsynchronisation (Peak-Detektion) und führen Sie die *Cross-correlation* und *Peak Detected* Signale aus dem *Fine Synchronization* Subsystem.

Zusatzblatt zum Praktikum 9 – Nützliche Simulink Blöcke

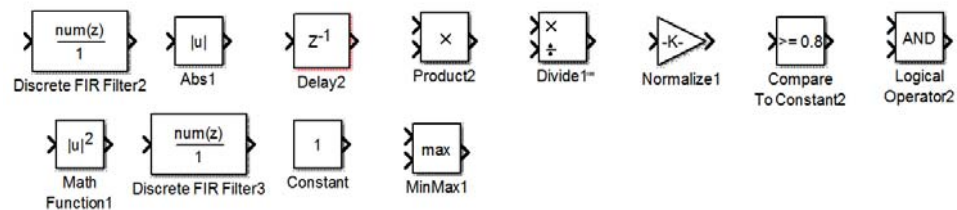
Übersicht der Subsysteme in Top-View des Modells



Grobe Synchronisation:



Feine Synchronisation:



Zusatzblatt zum Praktikum 9 – Beispiel

