

1 Theorie, notwendiges Vorwissen

Vorlesungsstoff (NT II/Buch): Kap. 6; Entzerrer; insbesondere Abschnitte 6.2.3, 6.2.4

2 Was ist zu sehen?

Simuliert wird eine Übertragung über einen linear verzerrenden AWGR-Kanal mit einem DFE (Decision Feedback Equalization) als Entzerrer auf der Empfangsseite. Die linearen Verzerrungen werden durch eine Stoßantwort bewirkt, die im Symboltakt-Modell aus zwei nebeneinander liegenden Pfaden (Werten) besteht und durch den Vektor $\underline{h} = [h_1, h_2]$ beschrieben werden kann. Ein zugehöriger kontinuierlicher Kanals könnte damit eine Zweizeitdifferenz sein, die der Symboldauer T_S entspricht. Die zwei Werte der Stoßantwort können verändert werden. Die Demo behandelt drei Detailthemen, die im Folgenden kurz beschrieben werden:

DFE-Prinzip (Abb. 6.10 im Buch)

Angenommen ist hier eine bipolare Übertragung und die Zahl der Koeffizienten im Vorwärtszweig ist fest auf $NV + 1 = 5$ eingestellt.

Rzz-Matrix (Gl. (6.40) im Buch)

Die Struktur von der Korrelationsmatrix R_{zz} ist durch rote Linien hervorgehoben, womit die Teilmatrizen A bis D zu erkennen sind. Die obere Matrix gehört zum Nutzsignal, die untere zum Rauschen. Die Anzahl der Koeffizienten des Vorwärts-Transversalfilters ist fest auf $NV + 1 = 5$ eingestellt.

Scatterplots (Abb. 6.6, Abschnitte 6.2.3 u. 6.2.4 im Buch)

Hier kann der Einfluss der Stoßantwort des Übertragungskanals auf die Intersymbolinterferenz mit Hilfe von "Scatterplots" oder "Phasensternen" näher untersucht werden. Sie zeigen die Sendesymbole $x(k)$ und/oder geschätzte Symbole $\hat{x}(k)$ auf der Empfangsseite in der komplexen Zahlenebene. Die Übertragung geschieht mit 4 PSK, und die Anzahl der Koeffizienten $NV + 1$ des Vorwärts-Transversalfilters kann frei gewählt werden. Es gibt vier mögliche Scatterplots:

- $x(k)$: Sendesymbole
Zu sehen sind die 4 Werte für 4 PSK in der komplexen Ebene
- $\hat{x}_0(k)$: Symbole am Ausgang des KMF zu den Abtastzeitpunkten
Sämtliche ISI ist hier noch vorhanden.
- $x_v(k)$: Symbole am Ausgang des Vorwärts-Transversalfilters
Hier ist die nichtkausale ISI bereits minimiert.
- $\hat{x}(k)$: Schätzwerte vor dem Entscheider
Hier ist auch die kausale ISI durch die Rückführung eliminiert.

3 Was soll gezeigt werden?

Die Demo hat zum Ziel, das Verständnis des DFE-Prinzips zu vertiefen, wozu die oben kurz beschriebenen Detailthemen näher betrachtet werden sollen. Vertieft werden soll mit dem dritten Detailthema insbesondere, welchen Einfluss die willkürlich vorgebbare Zahl $NV + 1$ der Koeffizienten des Vorwärts-Transversalfilters hat. Bei sehr starker ISI – für $\underline{h} = [1, 1]$ z.B. – benötigt man einen größeren Wert, z.B. $NV + 1 > 30$. Gut zu erkennen ist dies an der verbleibenden ISI in $\hat{x}(k)$, wenn kein additives Rauschen vorliegt.

Gezeigt werden soll auch der mögliche Nachteil des hier verwendeten MMSE-Kriteriums: Die 4 Mittelpunkte der streuenden Schätzwerte vor dem Entscheider ($\hat{x}(k)$) werden mit zunehmendem Rauschen immer mehr in Richtung $\hat{x}(k) = 0$ gezogen. Bei einer Übertragung mit M QAM und $M > 4$ hat dies zur Folge, dass die Entscheidungsgrenzen abhängig vom SNR entsprechend korrigiert werden müssen.