

12. Übung

Prof. Dr.-Ing. habil. Tobias Weber

13. Januar 2023

Universität Rostock

1. Aufgabe

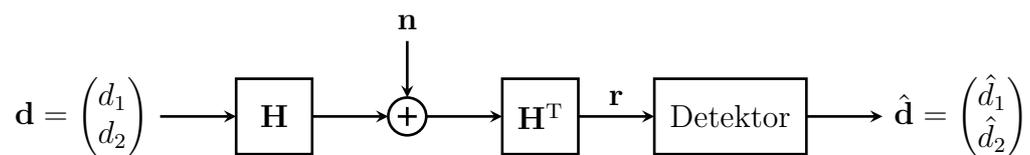
Betrachtet wird die Datenübertragung in einem rein reellwertigen MIMO-System, siehe Abbildung. Die Datensymbole sind BPSK-Datensymbole, das heißt es gilt

$$d_n \in \{-1; +1\}.$$

Die Kanalmatrix ist

$$\mathbf{H} = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 1 & -1 \\ -1 & -2 \end{pmatrix}.$$

Die Störung \mathbf{n} ist weißes Gauß-Rauschen.



Die im Folgenden zu betrachtenden Empfänger lassen sich in eine Reihenschaltung aus signalangepasstem Filter

$$\mathbf{r} = \mathbf{H}^T \cdot \mathbf{e}$$

und Detektor zerlegen. Die Arbeitsweise der verschiedenen Detektoren lässt sich graphisch veranschaulichen, indem man in der zweidimensionalen Ebene, in welcher der

Vektor \mathbf{r} liegt, die Entscheidungsgebiete markiert, in denen sich der Detektor für je einen der vier möglichen Datenvektoren

$$\hat{\mathbf{d}} \in \left\{ \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \end{pmatrix}; \begin{pmatrix} -1 \\ +1 \end{pmatrix}; \begin{pmatrix} +1 \\ -1 \end{pmatrix}; \begin{pmatrix} +1 \\ +1 \end{pmatrix} \right\}$$

entscheidet.

- a) Bestimmen Sie die vier im rauschfreien Fall möglichen Ausgangsvektoren \mathbf{r} des signalangepassten Filters!

Bestimmen und skizzieren Sie die Entscheidungsgebiete für den Fall

- b) dass der Detektor aus einem Quantisierer besteht,
- c) dass der Detektor aus linearem Dekorrelator und anschließendem Quantisierer besteht und
- d) dass der optimale Detektor, das heißt der Detektor, der den am wahrscheinlichsten gesendeten diskreten Datenvektor bei gleicher Sendewahrscheinlichkeit für alle vier möglichen Datenvektoren bestimmt, eingesetzt wird. Zeigen Sie hierzu zunächst, dass die Entscheidungsgrenzen die Orte sind, an denen die Metrik

$$f(\hat{\mathbf{d}}) = \hat{\mathbf{d}}^T \cdot \mathbf{H}^T \cdot \mathbf{H} \cdot \hat{\mathbf{d}} - 2\hat{\mathbf{d}}^T \cdot \mathbf{r}$$

für die zwei verschiedenen Werte für Datenvektor $\hat{\mathbf{d}}$, zwischen denen man sich an der entsprechenden Grenze entscheiden muss, gleiche Werte annimmt!