

Dipl.-Ing. Martin Haller/Engin Kurutepe, M.Sc./Marko Esche, M.Sc.

Praktikum Nachrichtenübertragung (SS 2010)

Statistische Nachrichtentheorie (2. Termin)

10.05.10 - 21.05.10

In diesem Termin werden einige Aspekte des Kapitels "Statistische Nachrichtentheorie" aus der Vorlesung vertieft. Weiterhin werden die vom Telecommunications Trainer bereitgestellten Rauschsignale analysiert und ein einfacher rauschbehafteter Übertragungskanal ausgemessen.

1 Vorbereitung des Labortermins

1. Zur theoretischen Vorbereitung ist der Abschnitt zur Statistischen Nachrichtentheorie (4.1 - 4.6) aus dem Skript Einführung in die Nachrichtenübertragung nochmals durchzuarbeiten. Die dort vermittelten Kenntnisse sind zur Bearbeitung der Laboraufgabe zwingend erforderlich.
2. Außerdem ist das Durchlesen und Verstehen der relevanten Modulbeschreibungen (siehe Laborhandbuch in der Literaturliste) und der verwendeten MatLab-Funktionen unbedingt notwendig.

2 Labordurchführung

2.1 Simulation eines Zufallsexperiments mit MatLab

1. Der MatLab-Code aus der Vorgabedatei Aufgabe1.m simuliert die 10.000-fache Durchführung eines Würfelexperimentes. Ergänzt den Code, so dass aus dem einfachen Histogramm die geschätzte pdf des Experimentes wird. *Hinweis: Die pdf $p_X(x)$ ist so definiert, dass $\int_{-\infty}^{\infty} p_X(x)dx = 1$. Handelt es sich um einen fairen Würfel?*
2. Simuliert nun ein Experiment mit zwei Würfeln, bei dem nach jedem Wurf die Summe der Augenzahlen gebildet wird. Bestimmt auch für diesen Fall die pdf.
3. Laut zentralem Grenzwertsatz der Statistik, ergibt sich bei Aufsummierung von Zufallsvariablen mit weitgehend beliebigen Verteilungsfunktion als Ergebnis eine Zufallsvariable mit Gaußverteilung. Dieser Zusammenhang wird in Abbildung 1 verdeutlicht. Versucht den Grenzwertsatz nachzuvollziehen, indem ihr schrittweise erst 10 dann 100 und schließlich 1000 Realisierungen des Würfelexperimentes additiv überlagert und die pdfs bestimmt.

Hinweis zum Protokoll: Erklärt die Form der pdf für das Experiment mit zwei Würfeln im Vergleich zur pdf des Einzelwürfels. Geht weiterhin auf Abweichungen eurer gemessenen Gaußkurven von der Theorie ein.

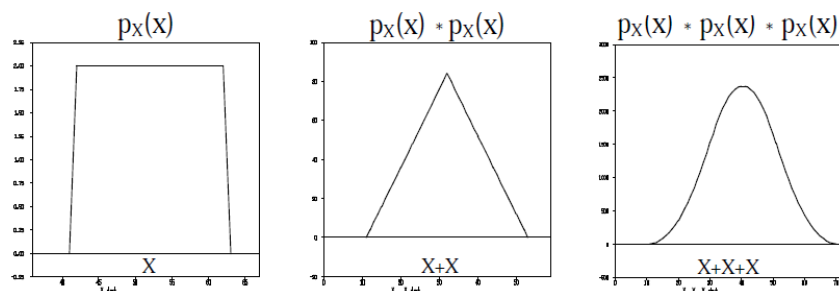


Abb. 1: Änderung der Verteilungsdichtefunktionen durch Addition von zwei bzw. drei Zufallsvariablen mit Gleichverteilung.

2.2 Rauschbehafteter Übertragungskanal

Im Folgenden sollen aus bekanntem Sende- und Empfangssignal Dämpfung und Rauschcharakteristik eines Übertragungskanals bestimmt werden. Es darf angenommen werden, dass die Dämpfung des Systems sich lediglich linear auf die Amplitude des Sendesignals auswirkt.

1. Gebt das 2kHz-Digitalsignal des *Master Signal*-Moduls auf den Takteingang (*CLK*) des *Sequence Generator*-Moduls. Ausgang *X* liefert nun ein binäres Pseudozufallssignal mit der Bitrate $R = 2 \frac{k\text{Bit}}{s}$.
2. Fügt diesem Signal nun additives Rauschen (-20dB) hinzu. Da jeder Addierer das Signal invertiert, muss es abschließend zur erneuten Vorzeichenumkehr auf den zweiten Addierer gegeben werden ($g = G = 50\%$, nur ein Eingang wird benötigt).
3. Nehmt mit Hilfe des USB-Oszilloskops Sende- und Empfangssignal (Kanäle *A* und *B*) auf ($1 \frac{\text{ms}}{\text{div}}, \times 1$) und speichert den Plot als *Signale.mat* ab (Triggern auf Kanal *B*).
4. Da sich in realen Systemen das Rauschen selten direkt messen lässt, soll nun zunächst das Differenzsignal zwischen Sende- und Empfangssignal mit MatLab bestimmt werden. Zur Bearbeitung der folgenden Aufgaben könnt ihr auf die Vorgabedatei *Aufgabe2.m* zurückgreifen.
5. Kompensiert die Dämpfung des Kanals, indem ihr das Empfangssignal (*B*) mit Korrekturfaktor α multipliziert. Als Richtwert für α könnt ihr $\frac{\text{mean}(A)}{\text{mean}(B)}$ verwenden.
6. Überprüft euer α , indem ihr euch das Differenzsignal mit dem *plot*-Befehl anzeigen lasst und nehmt notfalls eine Korrektur vor.
7. Bestimmt die pdf des gemessenen Rauschens und stellt sie in einem Plot dar.
8. Vervollständigt die MatLab-Funktion *SNR.m* und messt damit den SNR am Empfänger.
9. Wiederholt diese Messung auch für die Rauschleistungen -6dB und 0dB.

Hinweis zum Protokoll: Besteht ein linearer Zusammenhang zwischen den angegebenen Rauschleistungen und dem gemessenen SNR? Vergleicht die pdfs für die verschiedenen Rauschleistungen und versucht sie jeweils einer Klasse von Verteilungsdichtefunktionen (normalverteilt, gleichverteilt, laplaceverteilt,...) zuzuordnen.

3 Hinweise

1. Zu diesem Termin ist ein Protokoll anzufertigen, dass zum Beginn des nächsten Termins beim Betreuer abzugeben ist.
2. Ein Musterprotokoll dass beim Protokoll schreiben als Orientierungshilfe dienen kann, findet sich auf dem ISIS-Portal.

4 Literatur

- Laborhandbuch: „ETT101-handbuch-v1_1.pdf“, https://www.isis.tu-berlin.de/file.php/2872/PR_NUE_Sommersemester_2010/handbuch_ett101_v1_1.pdf
- Musterprotokoll: „Musterprotokoll.pdf“, https://www.isis.tu-berlin.de/file.php/1747/PR_H_Wintersemester_2009_2010/Musterprotokoll.pdf