

Bachelorarbeiten

Gaußprozesse in der Biomedizinischen Signalverarbeitung

Was sind Gaußprozesse?

Gaußprozesse sind stochastische Zufallsprozesse, die vollständig durch eine Kovarianzfunktion – den sogenannten Kernel – charakterisiert werden können. Abhängig von der Wahl des Kernels ergeben sich dabei Prozesse mit unterschiedlichen spektralen Eigenschaften. So lassen sich z.B. periodische Signale, quasi-periodische Signale oder Messrauschen in Form von weißem oder farbigem Rauschen modellieren (siehe Abbildung).

Gaußprozesse bilden ein mächtiges Werkzeug zur Modellierung, Glättung oder Prädiktion von Daten.

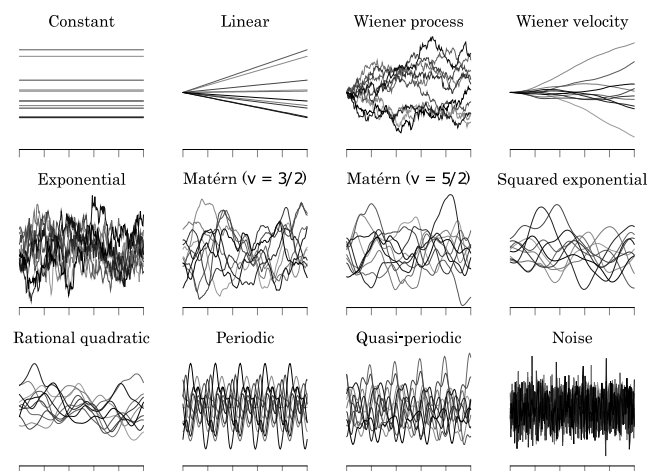


Abbildung 1: Beispielfunktionen von Gaußprozessen mit typischen Kernelfunktionen.

Themen für Abschlussarbeiten

Am Institut wird die Verwendung von Gaußprozess-Modellen in der Biomedizinischen Signalverarbeitung untersucht. Eine wichtige Anwendung ist die Trennung von respiratorischen und kardiogenen Signalen, beispielsweise (1) die Trennung des EKGs vom EMG der Atemmuskulatur und (2) die Trennung des im Thorax durch Atemaktivität erzeugten Drucks von kardiogenen Artefakten (siehe Abbildung 2 und 3). In beiden Anwendungen ergeben sich Fragestellungen, die im Rahmen eine Abschlussarbeit bearbeitet werden können. Eine mögliche Abschlussarbeit wäre hier das Austesten von neuartigen Kernen zur Signaltrennung (insbesondere des 2013 vorgestellten Spectral Mixture Kernels oder des 2016 vorgestellte Deep Kernels). Es ergeben sich hierbei weitere Fragestellung zur effizienten Berechnung von Gaußprozesse mithilfe von Zustandsraummodellen oder durch optimierten Berechnungen auf großen Toeplitz-Matrizen.

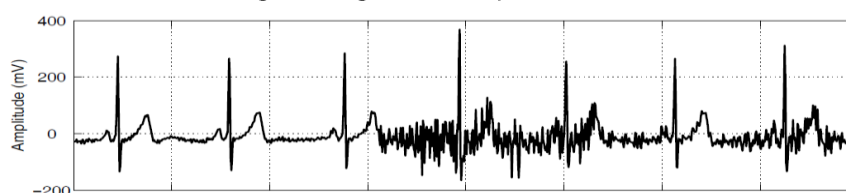


Abbildung 2: Das EKG ist häufig überlagert von Störgrößen wie z.B. dem EMG der Atemmuskulatur (hier sichtbar als Rauschen auf dem EKG). Ziel in dieser Arbeit ist die Trennung der EKG und EMG Anteile mithilfe von Gaußprozessen.

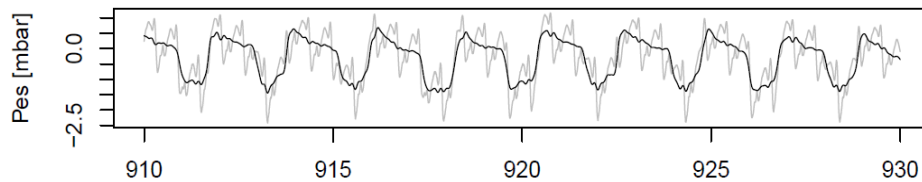


Abbildung 3: Ein ähnliches Problem ergibt sich bei Druckmessung im Thorax mit einem Ösophaguskatheter. Hier müssen Druckanteile, die durch Atemaktivität (schwarze Linie) hervorgerufen werden, von kardiogenen Druckartefakten (graue Linie) getrennt werden. Durch die Verwendung von Gaußprozessen können bei diesem Problem ähnliche Modelle wie bei der EMG-EKG Signaltrennung verwendet werden.

Mögliche Aufgaben im Rahmen einer Abschlussarbeit:

- Implementierung der Gaußprozess-Regression mit dem Spectral-Mixture Kernel und dem Deep Kernel
- Optimierung der Kernel Parameter
- Effiziente Implementierung mithilfe von Zustandsraummodellen oder schnellen Toeplitz-Operationen
- Auswertung auf klinischen Datensätzen und Vergleich verschiedener Kernel und Lernverfahren

Keywords: Gaußprozesse, Signalverarbeitung, Signaltrennung

Supervisor: M. Sc. Jan Graßhoff

Supervisor & Examiner: Prof. Dr. Philipp Rostalski