

Masterarbeit

Entwicklung und Implementierung eines Online-Parameterschätzverfahrens für Gated-Recurrent-Units

Siqing Wang

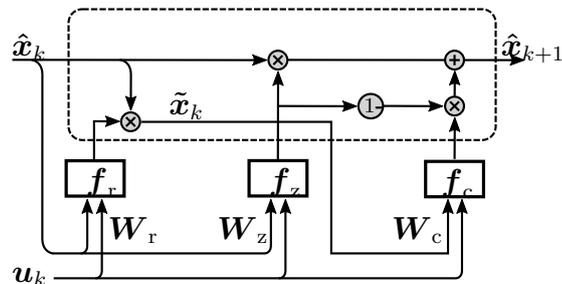


Abbildung 1: Struktur einer Gated-Recurrent-Unit.

Im Rahmen eines Forschungsprojektes sollen nichtlineare zeitvariante Mehrgrößensysteme identifiziert werden. Als Modellansatz werden sogenannte Gated-Recurrent-Units verwendet, ein nichtlinearer Zustandsraumansatz. Die gängigsten on-line Parameterschätzverfahren für nichtlineare Zustandsraummodelle basieren auf Partikel- und Kalman-Filtern. Im Rahmen dieser Arbeit sind nach einer ausführlichen Literaturrecherche und einer Einarbeitung in die Themen Partikelfilter und Kalmanfilter geeignete Verfahren zur on-line Parameterschätzung für Gated-Recurrent-Units auszuwählen und in Pytorch zu implementieren. Die Eigenschaften der Verfahren sollen gegenüberstellend analysiert und an kleinen Fallbeispielen (Rekurrente Netze mit maximal zwei Zuständen) demonstriert werden. Abschließend sind die Verfahren an einem realitätsnahen zeitvarianten System zu erproben.

Im Einzelnen sollen in dieser Arbeit die folgenden Teilaspekte bearbeitet werden:

- Einarbeitung in die nichtlineare Optimierung mit Partikelfiltern und Kalmanfiltern. Insbesondere Extended-Kalman-Filter (EKF) und Unscented-Kalman-Filter (UKF).
- Implementierung des EKF und UKF sowie eines geeigneten Partikelfilters in Pytorch.
- Untersuchungen (theoretisch und Simulationsbeispiele) an einem Rekurrenten Neuronalen Netz und einer Gated-Recurrent-Unit mit max. zwei Zuständen. Dabei sind die folgenden Aspekte zu untersuchen:
 - Konvergenzeigenschaften
 - Einfluss des Messrauschens auf die Parameterschätzung
 - Einfluss von Bifurkationsgrenzen
 - Einfluss der „Geschwindigkeit“ der Zeitvarianz
- Implementierung eines realitätsnahen zeitvarianten Testsystems in Matlab-Simulink.
- Durchführung von Fallstudien an dem Testsystem, hierbei sind u.a. sinnvolle Testsignale zu entwerfen und Parameterstudien durchzuführen.
- Dokumentation der Ergebnisse und Kolloquiumsvortrag.

Literatur

- [1] Sue Becker, Lee A. Feldcamp, Simon Haykin, et al. *Kalman Filtering and Neural Networks*. John Wiley & Sons, Inc., 2001.
- [2] Jonathon A. Chambers Danilo P. Mandic. *Recurrent Neural Networks for Prediction*. John Wiley & Sons Ltd, 2001.
- [3] Nikolas Kantas, Arnaud Doucet, Sumeetpal S. Singh, Jan Maciejowski, and Nicolas Chopin. On particle methods for parameterestimation in state-space models. *Statistical Science*, 30(3):328–351, 2015.
- [4] Oliver Nelles. *Nonlinear System Identification: From Classical Approaches to Neural Networks and Fuzzy Models*. Springer, 2001.