

Modulbeschreibung

Hands-on introduction to AI with recursive learning algorithms

Allgemeine Informationen

Modulbezeichnung

Hands-on introduction to AI with recursive learning algorithms

Modulkategorie

Fachliche Vertiefung

Modulverantwortlicher

Markus Friedl / Juan Pablo Carbajal

Anzahl der Credits

3

Ziele, Inhalt und Methoden

Lernziele, zu erwerbende Kompetenzen

Rekursives Lernen umfasst Algorithmen, die "Daten verwenden, wenn sie ankommen" (auch bekannt als online, in Echtzeit, rekursiv usw.). Diese Algorithmen aktualisieren sich mit jeder neuen Information und erzeugen Schätzungen von nicht gemessenen Werten (z. B. für Soft-Sensing) und geglättete Sensormessungen (z. B. für Vorhersage und Steuerung). Diese Algorithmen sind leichtgewichtig und skalieren sehr gut für Anwendungen mit großen Datenmengen. Ein bekanntes Verfahren aus dieser Gruppe ist der Kalman-Filter, der das Kernthema des Seminars ist.

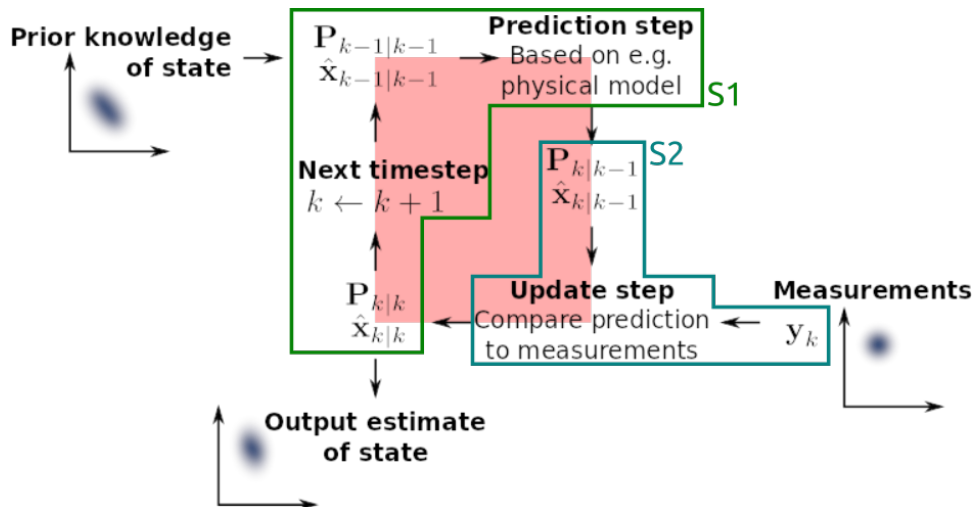
Rekursive Lernalgorithmen sind sehr nützlich und werden ständig in realen Anwendungen zur Datennachbearbeitung, Sensorfusion, Zustandsschätzung, Modellkalibrierung, Surrogatmodellierung, Rückkopplungssteuerung usw. eingesetzt. Der Kalman-Filter wurde zum Beispiel bei der Apollo-Mission zur Mondlandung eingesetzt.

Das Seminar ist anwendungsorientiert und die Theorie wird nur in der notwendigen Tiefe behandelt. Wir werden uns auch auf lineare Modelle beschränken und diskutieren, was zu tun ist, wenn die Modelle nichtlinear sind.

Die Studierenden lernen Folgendes:

- Die Grundlagen der rekursiven Algorithmen.
- Die Implementierung der Schritte in der Hauptschleife des Kalman-Filters.
- Die Konfiguration, Verwendung, und Erweiterung der verfügbaren Kalman-Filter-Softwarebibliotheken für praxisorientierte Anwendungen.
- Die Unterschiede (z. B. Vor- und Nachteile) zwischen datengetriebenen und modellgetriebenen Lernmethoden.
- Die Grundlagen der Bayes'schen Interpretation des probabilistischen Lernens.

Modulinhalt



Das Seminar unterteilt die Hauptschleife des Kalman-Filter-Algorithmus (in der Abbildung unten rot schattiert) in drei Module. Rot schattiert ist die Hauptschleife des Kalman-Filters. Jedes Modul deckt einen Teil davon ab.

Das erste Modul (S1 in der Abbildung) deckt die Modellierung und den Vorhersageschritt des Algorithmus ab. Das zweite Modul (S2 im Bild) kümmert sich um den Aktualisierungsschritt, der Konzepte von Wahrscheinlichkeiten und der Bayes-Regel umfasst. Das letzte Modul (in der Abbildung nicht dargestellt) befasst sich mit der Verwendung des Algorithmus in verschiedenen Anwendungen, einschließlich einer von den Studierenden durchgeführten Abschlussarbeit.

Inhalt:

- Overview. Filtering and smoothing.
- Iterated maps. Straight line as iterated map. Batch and recursive linear regression
- Error propagation. Gaussian distribution.
- Stochastic modelling. Statistical dependence and causality.
- Conditional probability. Bayesian models. Kalman-Bucy filter.
- Data- and Model-driven models. Recursive regression. Delayed regression. Extreme learning machines.
- Parameter estimation I.
- Ordinary differential equations (ODEs). Discretization of ODEs. 2D object tracking.
- Emptying water tank. Linearization. Inflow estimation.
- Interconnected tanks. Parameter estimation II.
- Student presentations

Modulplan mit Gewichtung der Lehrinhalte

Modulorganisation (z.B. Aufteilung in Kurse)

Lehr- und Lernmethoden

Das Seminar findet jede Woche im Semester für zwei Stunden statt. Die Lehrmethodik umfasst: praxisorientierter Frontalunterricht, interaktive Diskussionsrunde, und zieloffene praktische Übungen. In den praktischen Übungen programmieren die Studierenden auf ihren eigenen Computern mit einer Programmiersprache ihrer Wahl. Es handelt sich nicht um ein Programmierseminar, daher wird der Quellcode weder bewertet noch korrigiert. Das Seminar beinhaltet Beispiele in Python, GNU Octave/Matlab und Julia. Zusätzlich werden die Studierenden ihre Abschlussarbeiten vor allen anderen Studierenden präsentieren.

Voraussetzungen, Vorkenntnisse, Eingangskompetenzen

Technisches Englisch, elementare Wahrscheinlichkeitsrechnung, Anfängerprogrammiererfahrung, lineare Algebra (v.a. Matrizenrechnung) und Analysis auf Bachelor Stufe

Bibliografie

- Offizielles Buch zum Seminar: Särkkä, S. (2013). Bayesian Filtering and Smoothing (Institute of Mathematical Statistics Textbooks). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9781139344203
- Simo Särkkä and Arno Solin (2019). Applied Stochastic Differential Equations. Cambridge University Press.
- Jaynes, E. (2003). Probability Theory: The Logic of Science (G. Bretthorst, Ed.). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511790423.
- Pearl, Judea, and Dana Mackenzie. The Book of Why. Penguin Books, 2019.
- Strogatz, S. H. (2015). Nonlinear Dynamics and Chaos: With Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering. CRC press. ISBN 978-0813349107.

Leistungsbewertung

Zulassungsbedingungen für die Modulschlussprüfung (Testatbedingungen)

Besuch von 75% der Termine

Bewertungsart

- Präsentation der Abschlussarbeit