



SOMA – Systematische Optimierung von Modellen der Informations- und Automatisierungstechnik

Prof. Dr. Wolfgang Konen
wolfgang.konen@fh-koeln.de

Dipl.-Inform. Patrick Koch
patrick.koch@fh-koeln.de

Beschreibung:

Das im August 2009 gestartete Projekt SOMA ist ein vom BMBF gefördertes Forschungsprojekt der Fachhochschule Köln am Institut für Informatik. Das Projekt SOMA ist angegliedert an den Forschungsschwerpunkt COSA (COmputational Services in Automation) an dem fünf Hochschullehrer beteiligt sind. Zudem bestehen weitere Kooperationen mit Partneruniversitäten und Unternehmen. Zu dem zeitgleich gestarteten BMBF-Projekt FIWA des Kollegen Bartz-Beielstein bestehen darüber hinaus eine Reihe von thematischen Schnittmengen, die Anlass für geeignete Kooperationen sind.

Zielsetzung:

Zielsetzung des Projekts SOMA ist es, Modelle für komplexe Anwendungen in der Informations- und Automatisierungstechnik systematisch zu optimieren. Zu den betrachteten Anwendungen zählen insbesondere die Prognose von Zielgrößen und die Steuerung von Anlagen oder Prozessen. Durch den Einsatz von Verfahren der Computational Intelligence auf praktischen Problemstellungen ist es heutzutage möglich, zum Teil auch schwierige Probleme zu lösen. Allerdings werden für die Verfahren in der Regel eine Reihe von Parametereinstellungen benötigt, die einen großen Einfluss auf das jeweilige Ergebnis haben können. Insbesondere für kleine und mittelständische Unternehmen ist es daher oftmals komplex, solch schwierige parametrierende Verfahren einzusetzen. Mit der Sequentiellen Parameter-Optimierung (SPO) von Bartz-Beielstein u.a. [2, 3] ist ein Verfahren vorgestellt worden, welches eine automatische Einstellung von Parametern auf Basis eines Metamodells ermöglicht. Daher soll zum einen SPO für verschiedene Verfahren für Prognose und Klassifikation verfügbar gemacht werden und zum anderen soll bereits bei der Vorverarbeitung und Aufbereitung der Eingabedaten für Probleme eine Auswahl getroffen werden, die es erlaubt, Verfahren der Computational Intelligence effizienter einzusetzen. Durch eine geschickte Auswahl von Merkmalen aus einem Datensatz sollte das eigentliche Problem bereits wesentlich vereinfacht werden können.

Sequentielle Parameter-Optimierung:

Die Sequentielle Parameter-Optimierung (SPO) von Bartz-Beielstein u.a. [1,2] ist ein Verfahren zur systematischen Parametereinstellung. In der Vergangenheit hat sich gezeigt, dass durch die automatisierte Einstellung von Parametern bessere Ergebnisse des jeweiligen Verfahrens erzielt werden, als wenn diese Einstellung von Hand vorgenommen wird. Diese Vorgehensweise wurde erfolgreich zur Auswahl eines Modells zur Vorhersage von Füllständen in Regenüberlaufbecken angewandt. Der von SPO optimierte Faltungskern des eingesetzten Integralmodells erreichte auf den Vergleichsdaten eine nochmals wesentlich verbesserte Fehlerrate bei der Prognose.

Aus diesem Grund soll in Zukunft untersucht werden, inwieweit sich SPO für Verfahren aus dem Gebiet des Data Minings einsetzen lässt. Hier sollten sich ebenfalls Verbesserungen durch die Optimierung von verfahrensspezifischen Parametern ergeben. Weiterhin soll untersucht werden, wie sich verschiedene Parameter-Tuning Verfahren, wie etwa SPO, ClearVu Analytics und REVAC im Vergleich auf bestimmten Problemklassen in ihren Ergebnissen unterscheiden/ähneln. In diesem Rahmen soll einem Mitarbeiter im Projekt SOMA die Möglichkeit zur Promotion gegeben werden.

Feature Evolution für die Gestenerkennung

Die Bedeutung von Merkmalen ist ein oftmals unterschätzter Faktor bei der Prognose und Klassifikation. Durch den Einsatz von speziellen Verfahren zur Extraktion von Merkmalen (sog. *Features*) aus einer Datenmenge, wurde eine Möglichkeit entwickelt, mit der die Ergebnisse von klassischen Verfahren zur Prognose und Klassifikation wesentlich verbessert werden können. Dabei können aus der originalen Datenmenge neue Merkmale gewonnen werden, mit denen die Eingabe für einen Klassifizierer erweitert wird. Durch diese Expansion des Eingabesignals ist es möglich, zum einen in kürzerer Zeit zu einem Ergebnis zu gelangen und zum anderen eine bessere Klassifikationsrate zu erzielen. Es wurde untersucht, ob sich die sog. *Slow Feature Analysis* von Wiskott und Sejnowski [3] für Problemstellungen des Data-Minings anwenden lässt. Erste Versuche zeigten hier, dass das von der *Slow Feature Analysis* erzielte Klassifikationsergebnis bei schwierigen Datensätzen anderen Klassifikations-Verfahren, wie etwa dem *Gauß-Classifer*, signifikant überlegen war.

Weiterhin soll gezeigt werden, ob sich die *Slow Feature Analysis* für die in Echtzeit durchgeführte Gestenerkennung in Computer-Spielen einsetzen lässt (Abb. 1)¹. Derzeit gestaltet es sich als äußerst schwierig, selbst einfache Gesten bei unterschiedlichen Benutzern ohne vorher durchgeführte Kalibrierung zu erkennen. Daher besteht eine Kooperation mit einem Industriepartner (Nurogames GmbH), der an einer solchen Echtzeit-Erkennung interessiert ist. Momentan wird im Rahmen eines Master-Projektes [4], das auf einer früheren Diplomarbeit [5] aufbauen kann, die Möglichkeit untersucht, die Gestenerkennung mit der *Slow Feature Analysis* durchzuführen.



Abb. 1: Wii-Fernbedienung¹

Optimale Steuerung von Biogasanlagen

Ein großes Problem ist die optimale Steuerung von Biogasanlagen zur Maximierung der Biogasmenge. Die wesentliche Fragestellung bei dieser Anwendung ist, ob die Menge an entstehendem Biogas (hauptsächlich CH₄, aber auch H₂S und CO₂) bei variierender Beschickung der Anlage (Abb. 2)² vorhergesagt werden kann. In ersten Studien soll gezeigt werden, dass allein auf Basis von Daten aus der Vergangenheit (also ohne Nutzung eines speziell angepassten Prognosemodells, wie etwa ADM1) die Ausgabemenge prognostiziert werden kann. Diese Anwendung wird mit freundlicher Unterstützung der Arbeitsgruppe von Prof. Bongards bearbeitet, die Datensätze von Biogasanlagen zur Verfügung gestellt hat.



Abb. 2: Biogasanlage²

Kooperationen

Die zahlreichen Kooperationen im Projekt SOMA zeigen die praktische Anwendbarkeit der entwickelten Verfahren und Verbesserungen der Methoden. Neben den akademischen Partnern wie

¹ Foto von lincolnblues auf flickr.com

² Foto von Alex Marshall (Clarke Energy)

der Ruhr-Universität Bochum, der TU Dortmund, der Universität Amsterdam und der Universität Leiden, welche auch die Promotion des im Projekt beschäftigten Mitarbeiters ermöglicht, zählen einige Unternehmen zu wichtigen Projektpartnern. Dazu gehören die Firma NuTech Solutions GmbH in Dortmund, die Firma Nurogames GmbH aus Köln sowie Vertreter der Wasserwirtschaft (Aggerverband, Technische Werke Emmerich), die an Teilen des Projekts beteiligt sind.

Unterstützung der Lehre und Vortragstätigkeiten

Zur Unterstützung der Lehre ist mit der Betreuung von Projektarbeiten und Diplomarbeiten ausreichend Möglichkeiten gegeben, Studenten zu fördern. Weiterhin betreuen die Mitarbeiter im Projekt SOMA eine Case Study "Random Forest as a Regression Tool in Predictive Control", an der derzeit drei Studenten beteiligt sind.

Begleitend zu den Forschungsaktivitäten wurden mehrere Beiträge von Mitarbeitern und Studenten im Projekt SOMA im Rahmen der COSA Vortragsreihe präsentiert. Zusätzlich wird durch die Veröffentlichung von wissenschaftlichen Arbeiten ein stetiger Austausch mit der Wissenschaft gewährleistet. Beispielsweise wurde im Juni 2009 ein aus den Vorarbeiten zum SOMA-Projekt stammendes Verfahren [6,7] zur international namhaften Konferenz GECCO'2009 (Genetic & Evolutionary Computation Conference), Montreal, eingeladen und dort vorgestellt.

Ansprechpartner: Prof. Dr. Wolfgang Konen (Projektleiter), Dipl.-Inform. Patrick Koch

Institut: Institut für Informatik

Kooperationspartner: Ruhr Universität Bochum, Universität Leiden, Universität Amsterdam, Nurogames GmbH, NuTech Solutions GmbH, Technische Werke Emmerich.

Danksagung: Das Projekt wird vom Bundesministerium für Forschung und Bildung (BMBF) unter Projektname SOMA (AIF FKZ 17N1009, Förderlinie "Ingenieurnachwuchs") gefördert. Die Vorbereitungen zu diesem Projekt wurden von der FH Köln im Rahmen des anerkannten Forschungsschwerpunktes COSA gefördert.



Literatur

- [1] Bartz-Beielstein, T.; Lasarczyk, C.; Preuß, M.: *Sequential Parameter Optimization*. In: Proceedings 2005 Congress on Evolutionary Computation (CEC'05), Edinburgh, Scotland (McKay, B.; et al., Hg.), Bd. 1, S. 773–780. Piscataway NJ: IEEE Press. 2005.
- [2] Bartz-Beielstein, T.: *Experimental Research in Evolutionary Computation – The New Experimentalism*. Natural Computing Series. Berlin, Heidelberg, New York: Springer. 2006.
- [3] Wiskott, L. and Sejnowski, T.J.: *Slow feature analysis: Unsupervised learning of Invariances*. In: Neural Computation, 14(4), S. 715–770. April 2002.
- [4] Hein, K.: *Lernende Klassifikation beschleunigungsbasierter 3D-Gesten am Beispiel der Wii Remote*, Master Thesis, FH Köln, in Vorbereitung.
- [5] Polak, M.: *Entwicklung einer Gestenerkennung auf Basis des Beschleunigungssensors in der Wii Remote*, Diplomarbeit, FH Köln, August 2008.
- [6] Konen, W.; Bartz-Beielstein, T.: *Reinforcement Learning for Games: Failures and Successes – CMA-ES and TDL in comparison*, GECCO 2009, Montreal, July 2009.
- [7] Konen, W.; Bartz-Beielstein, T.: *Evolutionsstrategien und Reinforcement Learning für strategische Brettspiele*, Forschungsbericht, FH Köln, 2009.