## U N I K A S S E L V E R S I T A T



### **Bachelor-/Masterarbeit**

# Partikel-Schwarm-Optimierung, Differentielle Evolution und Evolutionsstrategien

NN

Viele technische Optimierungsprobleme sind schwierig zu lösen, weil die Zielfunktionen multimodal oder verrauscht sind, weil sie lokal stark variierende Sensitivitäten haben oder weil die eigentlichen Ziele wenig mit klassischen Formaten wie quadratischen Bewertungsfunktionen gemeinsam haben. Dies hat die Entwicklung sog. Metaheuristiken beflügelt, die einerseits universell einsetzbar, allerdings andererseits aber wenig effizient sind und zudem hyperparametriert werden müssen.

Im Rahmen dieser Arbeit sollen drei Metaheuristiken vergleichend untersucht und Anwendungsempfehlungen abgeleitet werden. Konkret sollen Partikel-Schwarm-Optimierung, Differentielle Evolution und Evolutionsstrategien untersucht werden. Grundsätzlich interessiert die Effizienz, die Effektivität sowie die Einfachheit und die Robustheit der Hyperparametrierung. Von besonderem Interesse ist der Einsatz zur Parametrierung von Takagi-Sugeno-Systemen für Aufgaben bei Modellierung, Regelung und Steuerung/Planung.

Neben dem Recherchieren und Analysieren von Ergebnissen Dritter sollen Fallstudien für Testfunktionen sowie Takagi-Sugeno-Regressionsprobleme durchgeführt werden. Daraus sollen Empfehlungen für die Strategieauswahl sowie die Hyperparametrierung abgeleitet werden. Es soll konzeptionell sowie empirisch untersucht werden, welche Vor- und Nachteile eine Zusammenführung zu Ensemblestrategien besitzt.

### Die Teilaufgaben sind:

- Einarbeitung in Partikel-Schwarm-Optimierung, Differentielle Evolution und Evolutionsstrategien
- Vergleichende Bewertung von Methoden-Eigenschaften und adressierbaren Problemen, dazu Recherche von Weiterentwicklungen, verfügbaren Implementierungen und Hyperparametrierungsregeln
- Auswahl von ca. 10 Testfunktionen und von Bewertungskriterien sowie Durchführung von vergleichenden Parameterstudien mit ca. 25 Multistarts pro Parametrierung zur statistischen Absicherung
- Recherche zum Einsatz der drei Metaheuristiken für Takagi-Sugeno-Systeme;
   Durchführung von 2 Parameterstudien für die nichtlineare Regression mittels
   Takagi-Sugeno-Modellen (bspw. Hartdrehen und künstliches Beispiel)
- Konzeption, Untersuchung und Bewertung von Ensemblestrategien aus den drei Suchverfahren.
- Zusammenfassende Bewertung und Ableitung von Problem-spezifischen Handlungsempfehlungen zur Strategieauswahl und -hyperparametrierung
- Dokumentation der Ergebnisse und Vortrag.

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. A. Kroll, Dr. H.J. Sommer

Beginn: TBD
Geplantes Ende: TBD

#### Literaturhinweise:

- [1] P. Civicioglu, E. Besdok: A conceptual comparison of the Cuckoo-search, particle swarm optimization, differential evolution and artificial bee colony algorithms, Artif Intell Rev 39, 315-346, 2013.
- [2] J. Fischer, Zur Maximum-Likelihood-Identifikation dynamischer Systeme mittels Gauß'schen Misch- und Takagi-Sugeno-Modellen: Methodik und servopneumatische Anwendung, Bachelorarbeit, FG Mess- und Regelungstechnik, Univ. Kassel, 2020.
- [3] D. Freitas, L.G. Lopes, F. Morgado-Dias: Particle swarm optimization: a historical review up to current developments, Entropy 22, 362, 2020.
- [4] N. Lynn, P. N. Suganthan: Ensemble particle swarm optimizer, Applied Soft Computing 55, 533-548, 2017.
- [5] M.E.H. Pedersen: Good parameters for particle swarm optimization, Tech. Report. No. HL1001, Hvass Laboratories, 2010.
- [6] L.M. Rios, N.V. Sahinidis: Derivative-free optimization: a review of algorithms and comparison of software implementations, J. Global Optimization 56, 1247-1293, 2013.
- [7] P. Szynkiewicz: A comparative study of PSO and CMA-ES algorithms on black-box optimization benchmarks, J. of Telecommunications and Information Technology 4, 5-17, 2018.
- [8] T. Takagi, M. Sugeno: Fuzzy identification of systems and its applications to modelling and control, IEEE Trans. Systems, Man, and Cybernetics 15, 116-132, 1985.
- [9] N. Tecklenburg, Untersuchung metaheuristischer Optimierungsalgorithmen zur Minimierung von Kostenfunktionen für den Testsignalentwurf zur Identifikation dynamischer Fuzzy-Takagi-Sugeno-Modelle, Bachelorarbeit, FG Mess- und Regelungstechnik, Univ. Kassel, 2019.
- [10] J.A. Vrugt, B.A. Robinson, J.M. Hyman: Self-adaptive multimethod search for global optimization in real-parameter spaces, IEEE Trans. Evolutionary Computing 13(2) 243-259, 2009.
- [11]H. Wang, I. Moon, S. Yang, D. Wang: A memetic particle swarm optimization algorithm for multi-modal optimization problems, Information Sciences 197, 38-52, 2012.
- [12] F. Wittich: Zur datengetriebenen Modellierung der Eigenspannungstiefenverteilung beim Hartdrehen, Bachelorarbeit, FG Mess- und Regelungstechnik, Univ. Kassel, 2018.
- [13] G. Wu, R. Mallipeddi, P.N. Suganthan, R. Wang, H. Chen: Differential evolution with multi-population based ensemble of mutation strategies, Information Sciences 329, 329-345, 2016.
- [14] Y. Xue, S. Zhong, Y. Zhuang, B. Xu: An ensemble algorithm with self-adaptive learning techniques for high-dimensional numerical optimization, Applied Mathematics and Computation 231, 329-346, 2014.