

## Využití metod umělé inteligence pro identifikaci systémů se zpožděním

**Školitel:** doc. Ing. Libor Pekař, Ph.D.

**Konzultant:** ---

**Ústav fakulty:** Ústav automatizace a řídicí techniky

**Studijní program:** Automatické řízení a informatika

### **Anotace:**

Systémy obsahující vnitřní zpoždění představují třídu systémů s velmi komplexní dynamikou charakterizovanou nejenom nekonečným spektrem, ale i velmi specifickými časovými odezvami a frekvenčními charakteristikami. Úlohy jejich modelování a identifikace vyžadují často netradiční řešení, odlišné od zavedených postupů známých u nezpožděných systémů.

Značné množství existujících řešení úloh modelování, identifikace, analýzy stability a dynamických vlastností systémů se zpožděním je založeno na poměrně pokročilých matematických operacích, což z inženýrského hlediska znesnadňuje či zcela eliminuje možnost jejich praktického využití.

Pro výše uvedené úlohy se nabízí využití optimalizačních metod umělé inteligence, které jsou často heuristické, matematicky nekomplikované, snadno programovatelné a mohou poskytovat výsledky v reálném čase. Cílem disertační práce bude navrhnout řešení různých úloh determinace parametrů různých symetrických i nesymetrických modelů systémů se zpožděním, jak v časové, tak i frekvenční oblasti, které budou využívat pokročilých postupů z umělé inteligence a budou inženýrsky využitelné. Očekává se nejenom aplikace již existujících algoritmů, ale taktéž jejich modifikace respektující specifika systémů se zpožděním. Navržené postupy by měly být ověřeny jak ve vhodném software, tak i v laboratorních podmínkách.

### **Literatura:**

[1] AYYAD, Abdulla; CHEHADEH, Mohamad; AWAD, Mohammad I. and ZWEIRI, Yahya. Real-time system identification using deep learning for linear processes with application to unmanned aerial vehicles. IEEE Access. 2020, vol. 8, pp. 122539-122553. ISSN 2169-3536. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3006277.

[2] CHEN, Fengwei; GARNIER, Hugues and GILSON, Marion. Robust identification of continuous-time models with arbitrary time-delay from irregularly sampled data. Journal of Process Control. 2015, vol. 25, pp. 19-27. ISSN 09591524. DOI: 10.1016/j.jprocont.2014.10.003.

[3] DING, Shenyi; WANG, Zhijie; ZHANG, Jue; HAN, Fang and GU, Xiaochun. Time delay system identification using controlled recurrent neural network and discrete bayesian optimization. Applied Intelligence. 2022, vol. 52, no. 8, pp. 8351-8371. ISSN 0924-669X. DOI: 10.1007/s10489-021-02823-3.

[4] GHOUL, Y.; IBN TAARIT, K. and KSOURI, M. Identification of continuous-time systems with multiple unknown time delays using an output error method from sampled data. Circuits, Systems, and Signal Processing. 2018, vol. 37, no. 3, pp. 1044-1061. ISSN 0278-081X. DOI: 10.1007/s00034-017-0588-4.

[5] GUZOWSKI, Hubert; SMOLKA, Maciej; BYRSKI, Aleksander; PEKAŘ, Libor; OPLATKOVÁ, Zuzana Komínková et al. Effective parametric optimization of heating-cooling process with optimum near the domain border. In: 2022 IEEE 11th International Conference on Intelligent Systems (IS). IEEE, 2022, pp. 1-6. ISBN 978-1-6654-5656-2. DOI: 10.1109/IS57118.2022.10019630.

[6] HEATON, Jeff. Artificial Intelligence for Humans. Volume 2: Nature-Inspired Algorithms. North Charleston, SC: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2014. ISBN 978-1499720570.

[7] NEAPOLITAN, Richard E. and JIANG, Xia. Contemporary Artificial Intelligence. 1st ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2014. ISBN 978-1439844694.

[8] PEKAŘ, Libor; MATUŠŮ, Radek; DOSTÁLEK, Petr and SONG, Mengjie. Further experimental results on modelling and algebraic control of a delayed looped heating-cooling process under uncertainties. Heliyon. 2023, vol. 9, no. 8, art no. e18445. ISSN 2405-8440. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e18445.

[9] GUZOWSKI, Hubert; SENKERIK, Roman; SMOŁKA, Maciej; GAZDOŠ, František; PÁLKA, Miroslav et al. Metaheuristic-based model optimization of a steam-filled chamber. IEEE Access. 2025, vol. 13, pp. 102144-102158. ISSN 2169-3536. DOI: 10.1109/access.2025.3574414.