

# Spotřeba energie GPU při aplikacích využívajících metod umělé inteligence

## Evaluating GPU energy consumption in application using artificial intelligence methods

Studijní program / Study Program: Information Technologies

Školitel / Supervisor: doc. Ing. Bronislav Chramcov, Ph.D.

Konzultant / Consulting Supervisor: prof. Dr. Eng. Said Krayem, CSc.

### ***Anotace / Abstract:***

Práce se bude zabývat problematikou velikosti spotřeby energie při využívání metod umělé inteligence, především pak metod hlubokého učení. Vzhledem ke značným výpočetním nárokům modelů využívajících metody hlubokého učení je pro výpočet využívána také výpočetní kapacita grafických karet (GPU). GPU jsou považovány za hlavní katalyzátor pro zlepšování výkonu metod a aplikací hlubokého učení. Většina současného výzkumu však nebere v úvahu dopad navrhovaných zlepšení výpočetního výkonu na reálnou spotřebu energie. Stávající literatura se zaměřuje především na spotřebu energie procesorů (CPU) a opomíjí kritickou roli GPU. Cílem této práce bude navrhnout teoretický rámec k přesnému vyhodnocení spotřeby energie GPU při aplikacích využívající metody hlubokého učení, především pak ve fázi trénování. Výsledkem by měla být definice souvislosti mezi složitostí modelu a spotřebou energie, což by mělo usnadnit rozhodování o nasazení modelu a přidělování energetických zdrojů v aplikacích umělé inteligence.

The work will address the issue of energy consumption when using artificial intelligence methods, especially deep learning methods. Due to the significant computational demands of models using deep learning methods, the computing capacity of graphics cards (GPUs) is also used for calculations. GPUs are considered the main catalyst for improving the performance of deep learning methods and applications. However, most current research does not take into account the impact of proposed improvements in computing performance on real-world energy consumption. Existing literature focuses mainly on the energy consumption of processors (CPUs) and neglects the critical role of GPUs. The aim of this work will be to propose a theoretical framework for accurately evaluating GPU energy consumption in applications using deep learning methods, especially in the training phase. The result should be the definition of the connection between model complexity and energy consumption, which should facilitate decisions on model deployment and allocation of energy resources in artificial intelligence applications.

### ***Literatura:***

- [1] Brownlee, A. E., Adair, J., Haraldsson, S. O. and Jabbo, J. Exploring the Accuracy – Energy Trade-off in Machine Learning. In 2021 IEEE/ACM International Workshop on Genetic Improvement (GI), pp. 11–18, Madrid, Spain, May 2021. IEEE. doi: 10.1109/GI52543.2021.00011. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9474356/>. ISBN 978-1-66544-466-8.
- [2] Cai, E., Juan, D.-C., Stamoulis, D. and Marculescu, D. NeuralPower : Predict and Deploy Energy Efficient Convolutional Neural Networks. 2017.
- [3] Chapra, S. C. and Canale, R. P. Numerical\_Methods\_for\_Engineers\_7th\_Edition\_Steven C Chapra\_RaymondP Canale.pdf. McGraw-Hill Education, 2 Penn Plaza, New York, NY 10121., 7th edition, 2015. ISBN 978-0-07-339792-4.

- [4] Chung, J.-W. Understanding and Optimizing GPU Energy Consumption of DNN Training. 2023. Dostupné z: <https://www.usenix.org/conference/nsdi23/presentation/you> .
- [5] Dhar, P. The carbon impact of artificial intelligence. Nature Machine Intelligence. August 2020, 2, 8, pp. 423–425. ISSN 2522-5839. doi: 10.1038/s42256-020-0219-9. Dostupné z: <https://www.nature.com/articles/s42256-020-0219-9> .
- [6] Dodge, J., Prewitt, T., Tachet Des Combes, R., Odmark, E., Schwartz, R., Strubell, E., Luccioni, A. S., Smith, N. A., DeCario, N. and Buchanan, W. Measuring the Carbon Intensity of AI in Cloud Instances. In 2022 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency, pp. 1877–1894, Seoul Republic of Korea, June 2022. ACM. doi: 10.1145/3531146.3533234. Dostupné z: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3531146.3533234> . ISBN 978-1-4503-9352-2.
- [7] [11] Gabrieli D. Silva, Mariza Ferro and Schulze, B. Performance and Energy efficiency Analysis of Machine Learning algorithms Towards Green AI: a case study of decision tree algorithms. 2021. doi: 10.13140/RG.2.2.27740.31363. Dostupné z: <http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.27740.31363> .
- [8] Getzner, J., Charpentier, B. and Günemann, S. Accuracy is not the only Metric that matters: Estimating the Energy Consumption of Deep Learning Models, April 2023. Dostupné z: <http://arxiv.org/abs/2304.00897> . arXiv:2304.00897 [cs].

**Vyjádření předsedy oborové rady:**

**Ve Zlíně, dne**

.....

**Podpis předsedy OR**

**Rozhodnutí děkana FAI:**

**Ve Zlíně, dne**

.....

**Podpis děkana FAI**