

ABSTRACT

Sustainability and artificial intelligence are two trending topics for corporations, which are brought together in this work. Due to the rapid growth of state-of-the-art models and the steady spread in companies, the footprint that AI applications produce is no longer negligible. While in research the topic of *Green AI* is slowly gaining a foothold, its relevance in enterprises has not yet been scientifically captured. This is done in the course of the work alongside the derivation of beneficial measures to improve the sustainability of artificial intelligence.

In discussions with 12 experts from German companies with different levels of maturity in artificial intelligence (AI), the current status of the topic and future development, including hurdles and drivers, were determined qualitatively. Here it becomes apparent that the topic has not yet arrived in general and that there are only isolated efforts for a sustainable design of AI. In particular, the issue of transparency with regard to the emissions caused and effective measures comes up frequently here.

In order to not only illustrate the development, but also to actively influence it, two contributions on the resource-conscious design of AI can be found in this thesis. One contribution is a comprehensive collection of best practices and measures for less emissions via a systematic literature search. Since enterprises are specifically addressed here, these were evaluated for applicability in terms of (A) time and resource requirements (B) impact on model performance (C) typagnosis and (D) constraint of application. A total of 27 measures were derived from the areas of hardware and resources, model selection, model training, model operation, and organization. Many of these are relatively easy to apply. Others can be well integrated if the AI domain is still being built up.

Finally, the second contribution includes an evaluation of model types of classical machine learning from an environmental sustainability perspective. Here, a benchmark of 9 different classification algorithms was made with respect to their energy consumption in training and prediction.

Keywords sustainability, artificial intelligence, green AI, energy consumption, machine learning, companies, expert interview, classification algorithms

ZUSAMMENFASSUNG

Nachhaltigkeit und Künstliche Intelligenz sind für Unternehmen zwei Trendthemen, die in dieser Arbeit zusammengeführt werden. Durch den rasanten Wachstum der state-of-the-art Modellen und die stetige Verbreitung in Unternehmen, ist der Fußabdruck den KI Anwendungen produzieren nicht mehr vernachlässigbar. Während in der Forschung das Thema der *Green AI* langsam Fuß fasst, ist die Relevanz in Unternehmen noch nicht wissenschaftlich erfasst. Dies geschieht im Verlauf der Arbeit neben der Ableitung von förderlichen Maßnahmen zur Verbesserung der Nachhaltigkeit von Künstlicher Intelligenz.

Im Gespräch mit 12 Experten aus deutschen Unternehmen mit unterschiedlichen Reifegrad der Künstliche Intelligenz (KI) wurde der aktuelle Stand des Themas und die zukünftige Entwicklung samt Hürden und Treiber qualitativ bestimmt. Hier zeigt sich, dass das Thema im Allgemeinen noch nicht angekommen ist und nur vereinzelt Bestrebungen für eine nachhaltige Gestaltung von KI existieren. Insbesondere das Thema Transparenz hinsichtlich der verursachten Emissionen und wirksamen Maßnahmen kommt hier immer wieder auf.

Damit die Entwicklung nicht nur abgebildet, sondern auch aktiv beeinflusst werden kann, finden sich zwei Beiträge zur ressourcenbewussten Gestaltung von KI in dieser Thesis. Ein Beitrag ist eine umfassende Sammlung an Best Practices und Maßnahmen für weniger Emissionen über eine systematische Literatursuche. Da hier insbesondere Unternehmen angesprochen werden, wurden diese nach der Anwendbarkeit bezüglich (A) Zeit- und Ressourcenanforderungen (B) Auswirkungen auf die Modellperformance (C) Typagnosität und (D) Einschränkung der Anwendung bewertet. Insgesamt wurden 27 Maßnahmen aus den Bereichen Hardware und Ressourcen, Modellauswahl, Modelltraining, Modellbetrieb und Organisation abgeleitet. Viele davon sind relativ einfach anwendbar. Andere sind gut integrierbar, wenn der KI Bereich noch aufgebaut wird.

Der zweite Beitrag umfasst schließlich eine Bewertung von Modelltypen des klassischen Machine Learnings aus der Perspektive von ökologischer Nachhaltigkeit. Hier wurde ein Benchmark von 9 verschiedenen Klassifikationsalgorithmen hinsichtlich ihres Energieverbrauches bei dem Training und der Vorhersage angefertigt.

Schlagwörter Nachhaltigkeit, künstliche Intelligenz, Energieverbrauch, maschinelles Lernen, Unternehmen, Experteninterview, Klassifizierungsalgorithmen