

[For English version scroll below (Für Englisch Version unten scrollen)]

Masterarbeit

Entwicklung einer Grid-Spielumgebung für intelligente Fabriken mittels Reinforcement Learning

Die Fabriken der Zukunft sollen vollautomatisch und in einer hocheffizienten Umgebung betrieben werden. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Verbesserung der Energieeffizienz der allgemeinen und produktspezifischen Aktivitäten in den Fabriken. Eine Möglichkeit, dieses Ziel zu erreichen, besteht in der flexiblen Planung der Fabrikproduktion auf der Grundlage der verfügbaren Energie, insbesondere durch den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energiequellen und dezentraler Energieressourcen (DERs). Alternativ dazu kann die Energieerzeugung auf der Grundlage der Produktionspläne geplant werden. Beide Arten der Planung sind in der Regel dynamisch und erfordern eindeutige zeitlich begrenzte optimale Entscheidungen und Betriebsverfahren.

Reinforcement Learning (RL), ein Teilgebiet des maschinellen Lernens (ML), hat ein hohes Potenzial für die Entwicklung von Modellen gezeigt, die effektiv optimale Lösungen für die Kombination von Zuständen und Aktionen finden können. Beim RL werden Agenten auf der Grundlage eines belohnungsbasierten Mechanismus trainiert, bei dem ein Agent, der angemessen korrekte Aktionen ausführt, belohnt wird. Auf diese Weise trainiert der Agent, nicht-optimale Aktionen zu minimieren und die Belohnungen zu maximieren.

Im Rahmen dieser Arbeit wird eine RL-basierte Energiespielumgebung erforscht und entwickelt, die Testfälle für Fabriken (mindestens zwei Fabriken) und Netze (Mikro- und Nano), Produktionszeitpläne und Flexibilitäten enthält. Es sollen optimale Zeitpläne sowohl für die Fabriken als auch für die DERs in 24h/12h/3h/1h/15min-Intervallen ermittelt werden. Darüber hinaus müssen die Energiekosten für die Fabriken durch eine effiziente Zeitplanung und eine flexible Produktion sowohl in der Fabrik als auch im Netz reduziert werden. Der Datensatz für die Fabrikproduktion muss auf der Grundlage von Literaturrecherchen synthetisch erstellt werden. Der Energiedatensatz kann über Energiemärkte beschafft werden.

Der Struktur der Arbeit wird folgendes vorgeschlagen:

- Einarbeitung und Literaturrecherche zu den entsprechenden Themen
- Python/C++ basierte Spielumgebung (Non-GUI oder mit GUI)
- Erstellung von Testfall-Factory und Grid-Datasets
- Implementierung der entwickelten Spielumgebung mit Hilfe der Factory und der Grid-Datensätze
- Entwicklung und Einbindung der RL-Modelle in die Spielumgebung
- Testen der entwickelten Spielumgebung mit Hilfe von Testfällen
- Dokumentation, einschließlich Programmteile, Codes, usw.,

Am Ende dieser Arbeit sollen die Ergebnisse einem Publikum vorgestellt und offen diskutiert werden.

Die Arbeit ist ab sofort für Studierenden der Elektrotechnik/Informationstechnik, Software Engineering, Wirtschaftsingenieurwesen oder Informatik als Masterarbeit verfügbar. Grundlegende Kenntnisse im Bereich der Künstlichen Intelligenz, insbesondere Maschinelles Lernen/Deep/Reinforcement Lernen, Game Theory und Energiesysteme wären von Vorteil, ebenso wie erste Erfahrungen in einer der Programmiersprachen.

Für weitere Informationen und Diskussionen kontaktieren Sie bitte:

Betreuer @ie3: Bharathwajanprabu Ravisankar, M.Sc.

Campus Nord, BCI-G2-R4.28

bharathwajanprabu.ravisankar@tu-dortmund.de

[For German version scroll above (Für Deutsche Version oben scrollen)]

Master Thesis

Development of grid gaming environment for smart factories using Reinforcement Learning

The operation of the factories of the future is envisioned to be fully automated and in highly efficient environment. In particular, the focus is set on improvising the energy efficiency of overall and product specific activities of the factories. One way to achieve this is by flexibly scheduling the factory manufacturing based on available energy with emphasis on utilizing more Renewable Energy Sources (RESs) and Distributed Energy Resources (DERs). Alternatively, the energy generation can be scheduled based on the manufacturing schedules. Both mentioned ways of scheduling tend to be dynamic and require distinct time bound optimal decisions and operational procedures.

Reinforcement Learning (RL), a subset of Machine Learning (ML) has shown significant potentials in developing models that can effectively find optimal state and action pair solutions. In RL, agents are trained on a reward-based mechanism wherein an agent taking suitably correct actions are rewarded. In doing so, the agent trains to minimize non-optimal actions and maximize rewards.

Within the purview of this thesis work, a RL based energy gaming environment is to be explored and developed with test case factories (minimum two factories) and grid (micro and nano), production schedules and flexibilities. An optimal schedule for both factory and DERs are to be determined at 24h/12h/3h/1h/15min intervals. In addition, the energy costs for the factories needs to be reduced by efficient scheduling and flexible production of both factory and grid. Factory manufacturing dataset needs to be synthetically generated based on literature research. The energy dataset can be obtained through energy markets.

The structure of the work is suggested as follows:

- Familiarisation and literature research on the related topics
- Python/C++ based gaming environment (Non-GUI or with GUI)
- Generating test case factory and grid datasets
- Implementation of developed gaming environment using factory and grid dataset
- Developing and integrating the RL models into the gaming environment
- Testing the developed gaming environment using test cases
- Documentation, including programming parts, codes, etc.,

At the end of this thesis work, the results achieved is to be presented to wider audience along with open discussions.

The thesis is available immediately to students of electrical engineering/information technology, software engineering, industrial engineering or computer science as a master thesis. Basic knowledge in the field of Artificial Intelligence, in particular machine/deep/reinforcement learning, Game Theory and energy systems would be an advantage, in addition to beginners experience in any programming language.

For further details and discussions, please contact:

Supervisor(s) @ie3: Bharathwajanprabu Ravisankar, M.Sc.
Campus Nord, BCI-G2-R4.28
bharathwajanprabu.ravisankar@tu-dortmund.de