

[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.

Kubernetes, auch bekannt als K8s, ist ein hoch skalierbares, automatisiertes Deployment und Container-Orchestrierungssystem. Die Self-Healing-Funktion von K8s wurde für das automatische Zusammenstellen von Containern in Abhängigkeit von den jeweiligen Ressourcenanforderungen entwickelt und unterstützt die horizontale Bereitstellung von stateless und stateful Modellen. 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 sollen K8s-basierte, skalierbare Reinforcement Learning-basierte Energiespielumgebungen erforscht und mit Testfabriken und Grid-Infrastrukturen (Mikro- und Nanostrukturen) entwickelt werden. Eine optimale Kontrollebene für RL-Einsätze und Affinitätspläne sowohl für Fabriken als auch für DERs sollen identifiziert und implementiert. Ephemeral Container für die Energiekostenschätzer für die Fabriken müssen effizient geplant werden und die flexible Produktion von Fabriken und Netz muss den Marktaggregatoren mitgeteilt werden.

Der Struktur der Arbeit wird folgendes vorgeschlagen:

- Einarbeitung und Literaturrecherche zu den entsprechenden Themen
- Entwicklung der Python-basierten K8s Deployment-Konfiguration
- Implementierung der entwickelten Spielumgebung auf K8s
- Testen des Einsatzes und der Konfiguration anhand von Testfällen
- Dokumentation (auf Deutsch oder Englisch), 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

Developing scalable deployments of grid gaming environment for smart factories using Kubernetes

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.

Kubernetes, shortly K8s, is a highly scalable, automated deployment and container orchestration system. Designed for automated bin packing of containers subject to resource requirements, the self-healing feature of K8s assists in deploying stateless and stateful models horizontally. 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, K8s based scalable deployments of RL based energy gaming environment is to be explored and developed with test case factories and grid (micro and nano) infrastructures. An optimal control plane for RL deployments and affinity schedules for both factories and DERs are to be determined and deployed. Ephemeral containers for the energy cost estimators for the factories needs to be efficiently scheduled and flexible production of both factories and grid are to be communicated to the market aggregators.

The structure of the work is suggested as follows:

- Familiarisation and literature research on the related topics
- Developing python based K8s deployment configuration
- Implementation of developed gaming environment on K8s
- Testing the deployments and configuration using test cases
- Documentation (in German or English), 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, Kubernetes 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