

Optimierung des Gebäudeenergiemanagements durch Hybrid-Reinforcement Learning mit World-Modellen

Motivation und Hintergrund

Wie können wir unsere Gebäude intelligent machen? Unter anderem dieser Frage widmen wir uns in der CoSES-Forschungsgruppe. Jeden Tag nutzen wir in unseren Gebäuden Geräte und Heizsysteme oft unkoordiniert und ohne vorausschauende Planung. Wir verbrauchen dadurch mehr Energie als nötig und verschwenden Potenzial. Das führt nicht nur zu höheren Kosten, sondern verhindert auch die optimale Nutzung erneuerbarer Energien. Gebäudeenergiemanagementsysteme (GEMS) versuchen das zu verbessern, indem sie die Systeme automatisch und intelligent verwalten.

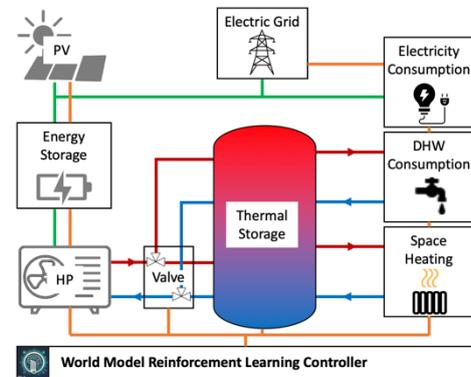


Abb. 1: CoSES-Gebäude-Simulation

Aktuelle leistungsfähige GEMS-Algorithmen wie Model Predictive Control (MPC) erfordern allerdings einen hohen Implementierungsaufwand, was ihre praktische Anwendung erschwert. Maschinelle Lernverfahren wie Reinforcement Learning (RL) vereinfachen die Entwicklung, benötigen jedoch oft lange Trainingszeiten, was wiederum ihre Praxistauglichkeit einschränkt.

Eine vielversprechende Lösung könnte eine neue Generation von RL-Algorithmen bieten: Sogenannte World-Modelle. Diese erlernen zunächst ein Modell der Umgebung und nutzen es zur Handlungsplanung. Diese interne Repräsentation ermöglicht zudem ein effizientes virtuelles Training, was den Lernprozess erheblich beschleunigen kann.

Ziele und Aufgaben

In dieser Arbeit sollen World-Modelle im Bereich des Gebäudeenergiemanagements untersucht werden, um ihre Auswirkungen auf Trainingsgeschwindigkeit und Performance zu bewerten. Die spezifischen Aufgaben umfassen:

1. **Literaturrecherche:** Umfangreiche Recherche zu Reinforcement Learning und World-Modellen, sowie deren Anwendung auf reale Steuerungsaufgaben.
2. **Konzeptionierung und Entwicklung:** Auswahl und Weiterentwicklung geeigneter Verfahren für den Anwendungsfall des Gebäudeenergiemanagements.
3. **Datenerzeugung und Training:** Nutzung der CoSES-Gebäude-Simulation (Abb. 1) zur Generierung von Daten und trainieren des Modells anhand dieser Daten.
4. **Evaluation:** Vergleich des Trainings mit herkömmlichen RL-Verfahren ohne internem Modell und etablierten Management-Methoden wie MPC.

Voraussetzungen

- Fundierte Programmierkenntnisse, insbesondere in Python.
- Solide theoretische und praktische Kenntnisse im Bereich des maschinellen Lernens, vorzugsweise in Reinforcement Learning.
- Ein Verständnis für Gebäudeenergiemanagementsysteme ist von Vorteil, aber nicht zwingend erforderlich.
- Hervorragende Problemlösungsfähigkeiten, sowie die Bereitschaft neues zu lernen und sich neuen Herausforderungen zu stellen.

Bewerbung an: Ulrich Ludolfinger (ulrich.ludolfinger@tum.de)

Optimization of Building Energy Management through Hybrid Reinforcement Learning with World Models

Motivation and Background

How can we make our buildings intelligent? This question, among others, is the focus of the CoSES research group. Every day, we use appliances and heating systems in our buildings in an uncoordinated and unplanned manner. As a result, we consume more energy than necessary and waste flexibility potential. This not only leads to higher costs but also prevents the optimal use of renewable energy. Building Energy Management Systems (BEMS) aim to improve this by managing appliances automatically and intelligently.

However, current BEMS algorithms, such as Model Predictive Control (MPC), require significant implementation effort, making their application in practice difficult. Machine learning methods like Reinforcement Learning (RL) simplify development but often require long training times, which limits their practicality.

A promising solution could be a new generation of RL algorithms: so-called World Models. These models first learn an environment model and use it for action planning. This internal representation also enables efficient virtual training, which can significantly speed up the learning process.

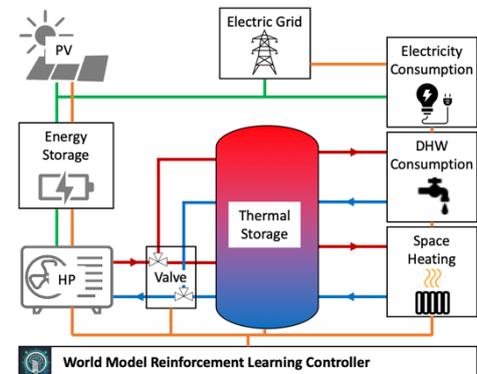


Fig. 2: CoSES-Building-Simulation

Objectives and Tasks

This work aims to investigate World Models in the field of building energy management to evaluate their impact on training speed and performance. The specific tasks include:

1. **Literature Review:** Conduct extensive research on RL and World Models, as well as their application to real-world control tasks.
2. **Conceptualization and Development:** Select and further develop suitable methods for the application in building energy management.
3. **Data Generation and Training:** Use the CoSES building simulation (Fig. 2) to generate data and train the model based on this data.
4. **Evaluation:** Compare the training with conventional RL methods without an internal model and established management methods such as MPC.

Requirements

- Strong programming skills, especially in Python.
- Solid theoretical and practical knowledge in machine learning, preferably in Reinforcement Learning.
- An understanding of building energy management systems is advantageous but not mandatory.
- Excellent problem-solving abilities and a willingness to learn new things and face new challenges.

Contact for application: Ulrich Ludolfinger (ulrich.ludolfinger@tum.de)