

Kurzfassung

Die aktuellen und künftigen Herausforderungen des Klimawandels erfordern die Beteiligung des Gebäudesektors an der Reduzierung von Treibhausgasen. Da Raumheizung den größten Teil des Energieverbrauchs in Gebäuden ausmacht, ist eine effiziente Regelungsstrategie für Gebäudeheizungssysteme erforderlich. Diese Arbeit bietet einen ganzheitlichen Ansatz für die Modellierung und Simulation von Gebäuden. Die Herausforderung mangelnder Informationen über öffentliche Gebäude und einer wiederverwendbaren und robusten Softwareimplementierung wird angegangen.

Die implementierte Modellierung mit neuronalen LSTM Netzen zeigt gute Ergebnisse bei der Vorhersage von Gebäudelasten, ohne dass physikalisches Vorwissen über ein Gebäude erforderlich ist. Gebäudesimulationen mit hochdetaillierter Software wie EnergyPlus liefern ohne detaillierte Kenntnisse der Gebäudestruktur nachweislich schlechte Ergebnisse. Darüber hinaus wird die Bedeutung von akkuraten Wetterdaten bei der Gebäudemodellierung hervorgehoben. Der vorgeschlagene zweistufige modellprädiktive Regelungsansatz zeigt in beiden Stufen gute Ergebnisse. In der ersten Stufe wird der Steuerungsplan für den Gebäudebetrieb zuverlässig berechnet. Der Regler sorgt für die Bereitstellung der erforderlichen Gebäudeheizenergie, verhindert das Überhitzen des Systems und berücksichtigt die Verfügbarkeit von solarer Energie. Die zweite Stufe minimiert auftretende Abweichungen zwischen prognostizierter und tatsächlicher Photovoltaik-Erzeugung und plant den Betrieb der Gebäude entsprechend um. Die Evaluierung zeigt das Potenzial des zweistufigen MPC Algorithmus für die optimale Steuerung öffentlicher Gebäude im Hinblick auf die Einbeziehung erneuerbarer Energiequellen und den Mangel an Gebäudeinformationen.

Stichwörter: Modellprädiktive Regelung, Gebäude Energiemanagement, Gebäudemodellierung, LSTM, Neuronale Netzwerke, Erneuerbare Energien

Abstract

Current and future climate challenges require the building sector to participate in the overall reduction of greenhouse gases. As heating accounts for most of the energy usage in buildings, an efficient control strategy for building heating systems is required. This thesis provides an end-to-end approach to building modelling and simulation. An attempt is made to the challenge of lacking information about public buildings and to a reusable and robust software implementation. The implemented modelling with LSTM neural networks shows good results in the prediction of building power loads, without the requirement of any physical knowledge about a building. Building simulation with highly detailed software like EnergyPlus is proved to deliver bad results without detailed building structure knowledge. Furthermore, the importance of weather in building modelling is outlined. The proposed two-stage model predictive control approach shows good results in both stages. Day-ahead schedules for the building operation are reliably calculated by the first stage. The controller manages to provide required building heating, prevent system overheating and consider the availability of photovoltaic power. The second stage minimizes occurring deviations between forecasted and actual photovoltaic generation and reschedules the buildings' operation accordingly. The evaluation outlines the potential of the two-stage MPC algorithm for optimal control of public buildings with respect to the inclusion of renewable energy sources and the usual lack of building information.

Keywords: MPC, BEMS, Building Modelling, LSTM, Neural Networks, Renewable Energy