

KI4HVACS

Energieeffizienzoptimierung von HLK-Systemen durch prädiktiver Algorithmen und Modellbildung mittels maschinellem Lernen

Programm / Ausschreibung	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschung 7. Ausschreibung	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.04.2022	Projektende	28.02.2025
Zeitraum	2022 - 2025	Projektlaufzeit	35 Monate
Keywords	Modellbasierte Gesamtoptimierung, Prädiktive Wartung, Betriebseffizienz von HLK-Anlagen		

Projektbeschreibung

HLK-Systeme sind in der Regel für mehr als 40% des Energieverbrauchs von Wohn- und gewerblichen Gebäuden verantwortlich, wodurch die Optimierung der Anlageneffizienz zu einer Priorität in der wirtschaftlichen aber auch ökologischen Betriebsführung wird. Es ist zu erwarten, dass mit zunehmenden Folgen des Klimawandels der Bedarf an HLK-Anlagen steigt. Insbesondere im gewerblichem und industriellem Umfeld wird der Bedarf an unmittelbarer Kühlleistung und Lüftung steigen. Eine umfassende Optimierung von HLK-Anlagen kann den Energieverbrauch und die Kosten in der Regel um 20 bis 40% senken, die Systemzuverlässigkeit durch einen effizienteren Betrieb verbessern und den CO₂-Fußabdruck eines Gebäudes wesentlich senken. Demgegenüber steht die Tatsache, dass in Bestandsgebäuden aber auch in Neubauten HLK-Anlagen meist nur während der Planungsphase und Inbetriebnahme parametrisiert werden. Danach wird meist auf ein laufendes Monitoring, verbunden mit einer Rekonfiguration/Optimierung der Anlage, verzichtet.

Ziel dieses Projektes ist es mittels maschinellem Lernen, und ohne explizite Modellbildung, System- und Betriebszustände zu bewerten und zu optimieren, sowie prädiktive Instandhaltung nicht nur nach Verschleiß und Kosten sondern nach deren Auswirkungen auf den Gesamtenergieverbrauch zu planen. Der Fokus der Optimierungen liegt hierbei auf der Konfiguration von HLK-Settings und auf der Effizienz der Wartungsplanung. Der Mehrwert dieses Ansatzes liegt darin, dass nicht in die Regelung des HLK-Systems eingegriffen werden muss. Somit ist dieses System auch als Retrofit für bestehende Anlagen herstellerübergreifend einsetzbar. Zusätzlich kann die Optimierung auch auf Basis von multiplen Anlagen erfolgen und durch vortrainierte Modelle wird die Lernphase der eingesetzten KI-Algorithmen massiv verkürzt. Den Kern der technischen Innovation bildet ein Ansatz aus einer Kombination von Reinforcement-Learning, Supervised-Learning und einer iterativen Kontrollstrategie auf Basis einer Model Predictive Control (MPC)-Architektur, welche die Abweichungen zwischen den tatsächlichen und den erwarteten Werten, die z.B. aus Modellungenauigkeiten entstehen, minimiert.

Die Evaluierung des Systems und der erwarteten Einsparungen von 30% Energie und 40% Kosten im Vergleich zu bestehenden Systemen wird in einer dynamischen System-in-the-Loop-Simulation durchgeführt, die es ermöglicht die entwickelte Technologie in einem breiten Spektrum von Anwendungsfällen zu testen. Letztendlich wird der entwickelte Ansatz aber in einer realen Anlage in einem Testgebäude der Projektpartner längerfristig getestet, um auch eine experimentelle Bestätigung der Simulationsergebnisse zu erhalten. Die Ergebnisse und der vorgeschlagene KI-Ansatz haben

große Relevanz für GebäudeeigentümerInnen und Facility Manager, PlanerInnen und Systemintegratoren, Hersteller und Zulieferer von HLK-Systemen und Gebäudeleittechnik, Gebäudebetreiber und eingemieteten Firmen, die alle gefordert sind die Energieeffizienz von HLK-Anlagen, z.B. aufgrund der EU-Richtlinie 2012/27/EU, wesentlich zu steigern. Sie erschließen aber auch neue Marktsegmente für Firmen, die Daten bereitstellen und auswerten.

Abstract

HVAC systems are usually responsible for more than 40% of the energy consumption of residential and commercial buildings, making optimizing system efficiency a priority both economic and ecologically. It is expected that as the impacts of climate change increase, the need for HVAC systems will increase too. In particular, in commercial and industrial environment the need for direct cooling and ventilation will raise strongly. Comprehensive optimization of HVAC systems can typically reduce energy consumption and costs by 20 to 40%, improve system reliability through more efficient operation, and significantly reduce a building's carbon footprint. In opposite, in real life HVAC systems in existing buildings but also in new buildings are usually only parameterized during the planning and commissioning. Thereafter, ongoing monitoring, combined with a reconfiguration or optimization of the system, is usually neglected.

The aim of this project is to use machine learning, without explicit modeling, to evaluate and optimize system and operating states, as well as to plan predictive maintenance not only according to wear and associated costs but also in respect to their effects on building energy consumption. The focus of the optimization strategy is on the configuration of HVAC settings and the efficiency of maintenance planning. The added value of this approach is that there is no need to intervene in the control of the HVAC system. The developed AI can therefore also be used as a retrofit for existing systems across all manufacturers. In addition, the optimization can also take place on data from multiple systems and the learning phase of the AI algorithms used is massively shortened through pre-trained models. The core of the technical innovation is an approach consisting of a combination of reinforcement learning, supervised learning and an iterative control strategy based on a Model Predictive Control (MPC) architecture, which compensates the deviations between the actual and expected values, e.g. minimization of model inaccuracies.

The evaluation of the system and the expected savings of 30% energy and 40% costs compared to existing systems is carried out in a dynamic system-in-the-loop simulation, which enables the developed technology to be tested in a wide range of use cases. Ultimately, however, the developed approach will be tested in a real system in a test building of the project partners over the long term in order to obtain experimental confirmation of the simulation results. The results and the proposed AI approach are of great relevance for building owners and facility managers, planners and system integrators, manufacturers and suppliers of HVAC systems and building management systems, building operators and tenants, all of whom are required to improve the energy efficiency of HVAC systems, e. g. due to the EU Directive 2012/27 / EU, significantly. Results will also open up new market segments for companies that provide and evaluate data.

Projektkoordinator

- Universität für Weiterbildung Krems Department für Integrierte Sensorsysteme

Projektpartner

- Fachhochschule Technikum Wien
- Radel - Hahn Klimatechnik Ges.m.b.H.
- Reisenbauer Solutions GmbH
- Technische Universität Wien Institut für Computertechnik