PersonAI

User-Centered AI-based energy services built on personal preference models

Programm / Ausschreibung	FinVn 22/23, Energie- u. Umwelttechnologien, Stadt der Zukunft Ausschreibung 2022	**Status**	laufend
Projektstart	01.11.2023	**Projektende**	28.02.2026
Zeitraum	2023 - 2026	**Projektlaufzeit**	28 Monate
Keywords	Komfort; AI; Energy Services; User-centered		

Projektbeschreibung

Die EU will bis 2030 die Energieeffizienz um 32,5 % steigern und einen Anteil von 32 % an erneuerbaren Energien erreichen. Gegenwärtig ist der Gebäudebestand in der EU energieintensiv und überwiegend ineffizient; er ist für 40 % des Endenergieverbrauchs und 36 % der CO2-Emissionen der EU verantwortlich. In diesem Zusammenhang müssen sich die Gebäude von ihrem derzeitigen statischen und ineffizienten Profil zu intelligenten dynamischen Akteuren entwickeln und gleichzeitig den Nutzer:innenbedürfnissen gerecht werden. Die Vergangenheit hat gezeigt, dass die erfolgreiche Umsetzung energiepolitischer Maßnahmen stark an sozialen Faktoren wie gesellschaftlicher Akzeptanz, Toleranz und Mitwirkungsmotivation hängen.
Durch die rasante Weiterentwicklung der verfügbaren Technologien gewinnen AI-gestützte Energy Services wie Model Predictive Control (MPC), Demand Side Management, Forecasting, etc. zunehmend an Bedeutung und Praxisrelevanz im Gebäudesektor. Gleichzeitig muss die Einhaltung einer gesundheitsfördernden Innenraumqualität (Temperatur, Feuchte, Luftqualität etc.) gewährleistet bleiben. Schon vor der COVID-19-Pandemie verbrachte ein Großteil der Bevölkerung rund 90 % der Zeit in Innenräumen. Die Innenraumqualität in Gebäuden hat damit einen wesentlichen Einfluss auf Gesundheit und Wohlbefinden. Trotzdem gelingt die Einhaltung der entsprechenden Behaglichkeitskriterien nur selten. Derzeit kommen in Abhängigkeit der Gebäudeart zwei Arten von Komfortbewertungsmodellen zur Anwendung (standardisiert in ISO 7730:2005 oder EN 16798-1:2019): 1.) Wärmebilanzmodelle (z.B. Predicted Mean Vote PMV-Index) oder 2.) adaptive Modelle. Beide sind stark vereinfachte, statistische Verfahren, wurden unter Laborbedingungen ermittelt und sollen die durchschnittliche Komfortbeurteilung einer großen Personengruppe bei der Gebäudeplanung/im Betrieb voraussagen. Mehrere Studien haben gezeigt dass diese die Komplexität der Interaktionen in der Mensch-Umwelt-Beziehung nur unzureichend abbilden und zudem individuelle Gegebenheiten (Alter, Geschlecht, Gesundheit, Bekleidung, etc.) nicht berücksichtigen. Aus den oben genannten Gründen rücken Personal Comfort Models, nicht zuletzt auch durch die Fortschritte im Bereich der AI/ML-Algorithmen, als innovatives und neues Forschungsfeld in den Vordergrund. Personal Comfort Models werden anhand detaillierter Daten erstellt. Relevante Daten sind beispielsweise subjektive Feedback-Surveys (persönliche Präferenzen, Bekleidungsfaktor, Aktivitätsgrad, Luftzug, etc.), physiologische Messdaten (Hauttemperatur, Herzfrequenz, Schritte, etc.), GPS-Location oder Umgebungsbedingungen (Temperaturen, Luftfeuchte). Anschließend werden die Modelle für jeden/jede Teilnehmer:in separat trainiert und können wieder aggregiert werden, um die thermische Behaglichkeit einer Gruppe (z.B. in

einem Stockwerk, in einer thermischen Zone) bei den gegebenen Umgebungsbedingungen vorherzusagen.
Die Entwicklungen in PersonAI zielen auf eine radikale Innovation im Bereich von user-zentrierten Energy Services im Gebäudesektor durch die Anwendung von „Personal Comfort Models PCM“ ab. Erste Studien bzw. Simulationen schätzen Energieeinsparungen zwischen 21,81 % und 44,36 % durch AI-basierte Energy Services und Komfortverbesserungen zwischen 21,67% und 85,77 % durch Personal Comfort Models. Die Kombination dieser beiden Ansätze mit der Entwicklung von AI-basierten Personal Comfort Models bildet das Kernstück des Projekts. Dazu ist die Durchführung einer breit angelegten Langzeitstudie mit 40-50 Personen und detaillierter Datenerhebung (Surveys in Kombination mit Hauttemperatur, Herzfrequenz, etc.) eines möglichst repräsentativen Bevölkerungsquerschnitts geplant. Die daraus erstellen Personal Comfort Modelle werden anschließend aggregiert und in einen mit relevanten Stakeholdern gemeinsam ausgewählten Energy Service in einem Proof of Concept demonstriert.
Zusammenfassend gehen die Projektziele damit weit über den Stand der Technik hinaus:
Schaffung der Grundlagen für innovative, user-centered Energy Services zur Integration ins Energiesystem
Durchführung der ersten, großangelegten, mitteleuropäischen PCM-Studie unter Berücksichtigung des aktuellen Forschungsbedarfs
Erstmals sollen in einem Proof-of-Concept Personal Comfort Models mit innovativen Energy Services in die Gebäudeautomation integriert und neben modellierungsspezifischen Performance-Indikatoren auch ein Fokus auf Energieeffizienzauswirkungen gelegt werden.
Das interdisziplinär zusammengesetzte Konsortium leistet einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung von physics informed ML und Transfer Learning.

Abstract

The EU wants to increase energy efficiency by 32.5% by 2030 and achieve a 32% share of renewable energies. Currently, the building stock in the EU is energy intensive and mostly inefficient; it is responsible for 40% of the EU's final energy consumption and 36% of its CO2 emissions. In this context, buildings must evolve from their permanent static and inefficient profile to intelligent dynamic actors, while at the same time serving the needs of users. The past has shown that the successful implementation of energy policy depends heavily on social factors such as social acceptance, tolerance and motivation to participate. Due to the rapid further development of available technologies, AI-supported energy services such as Model Predictive Control (MPC), Demand Side Management, Forecasting, etc. are gaining importance and practical relevance in the building sector. At the same time, compliance with a health-promoting interior quality (temperature, humidity, air quality, etc.) must be guaranteed.
Even before the COVID-19 pandemic, a majority of the population spent around 90% of their time indoors. Thus, the interior quality in buildings has a significant impact on health and well-being of the users. Nevertheless, compliance with the corresponding comfort criteria is rarely successful. Depending on the building type, two types of comfort evaluation models are currently used (standardized in ISO 7730:2005 or EN 16798-1:2019): 1.) heat balance models (e.g. predicted mean vote PMV index) or 2.) adaptive models. Both are highly simplified and statistical methods, were determined under laboratory conditions and are intended to predict the average comfort rating of a large group of people. Several studies have shown that these models do not adequately reflect the complexity of the interactions in the human-environment relationship and also do not take individual circumstances (age, gender, health, clothing, etc.) into account. For the reasons mentioned before, personal comfort models became an innovative and new research field. Personal comfort models are created using detailed data such as,s subjective feedback surveys (personal preferences, clothing factor, level of activity, draft, etc.), physiological measurement data (skin temperature, heart rate, steps, etc.), GPS location or environmental conditions

(temperatures, humidity). The models are then trained separately for each participant and can be aggregated again to predict the thermal comfort of a group (e.g. on a floor, in a thermal zone) under the given environmental conditions.
The developments in PersonAI aim at a radical innovation in the field of user-centric energy services in the building sector through the application of "Personal Comfort Models PCM". Initial studies and simulations estimate energy savings between 21.81% and 44.36% through AI-based Energy Services and comfort improvements between 21.67% and 85.77% through Personal Comfort Models. The combination of these two approaches with the development of AI-based personal comfort models forms the core of the project. For this purpose, the implementation of a broad-based long-term study with 40-50 people and detailed data collection (surveys in combination with skin temperature, heart rate, etc.) of a cross-section of the population that is as representative as possible is planned. The resulting personal comfort models are then aggregated and demonstrated in a proof of concept.
Summarizing, the project goals strive to go far beyond the state of the art:
Creation of the basis for innovative, user-centered energy services for integration into the energy system
Implementation of the first, large-scale, Central European PCM study, taking current research needs into account
For the first time, personal comfort models with innovative energy services are to be integrated into the building automation (Proof of concept), giving a focus to the impact on the energy efficiency
The interdisciplinary consortium makes an important contribution to the implementation of physics-informed ML and transfer learning.

Projektkoordinator

- Technische Universität Wien Institut für Hoch- und Industriebau E210

Projektpartner

- DILT Analytics FlexCo
- Forschung Burgenland GmbH
- Universität Graz Institut für Öffentliches Recht und Politikwissenschaft