

ClimaSens

Climate-sensitive Adaptive Planning for Shaping Resilient Cities

Programm / Ausschreibung	Kooperationsstrukturen, Kooperationsstrukturen, COMET Module Ausschreibung 2022	Status	laufend
Projektstart	01.01.2024	Projektende	31.12.2027
Zeitraum	2024 - 2027	Projektlaufzeit	48 Monate
Keywords	Interactive Urban Planning, Holistic Environmental Modeling, Immersive Urban Analytics, Participatory Approaches		

Projektbeschreibung

Die im Zusammenhang mit dem Klimawandel zunehmende Zahl an Naturkatastrophen macht es erforderlich, die Klimaresilienz unserer Lebensräume zu erhöhen. Das rasch wachsende Feld der klimasensiblen Stadtplanung widmet sich dieser Aufgabe mit Klimasimulationen zur Vorhersage der Auswirkungen von Stadtplanungs- und Anpassungsmaßnahmen, wird aber durch die technischen Beschränkungen aktueller Lösungen erheblich beeinträchtigt. Erstens sind hochpräzise Simulationen, die für wissenschaftliche Zwecke entwickelt wurden, für HPC-Cluster konzipiert, was es KMUs unmöglich macht, sie zu nutzen. Stattdessen werden extrem vereinfachte und technisch veraltete Modelle verwendet, die Stunden benötigen und nur unzuverlässige Lösungen liefern. Zweitens beschränken sich aktuelle Stadtklimamodelle auf die wichtigsten physikalischen Prozesse, um den Rechenaufwand zu reduzieren. Das Ergebnis sind separate Modelle für die Vorhersage von z.B. Temperatur und Niederschlag, wobei die Wechselwirkungen zwischen diesen Prozessen ignoriert werden. Dies verhindert die genaue Modellierung von naturbasierten Lösungen für die Klimawandelanpassung, obwohl deren Bedeutung stetig zunimmt. Drittens sind derzeitige Modelle als Expertensysteme konzipiert, deren Nutzung erhebliches technisches Fachwissen erfordert und die der breiten Öffentlichkeit nicht einfach zugänglich gemacht werden können. So kann der wichtige Wandel hin zu klimaresilienten Städten nicht im gewünschten Umfang stattfinden, weil es an kosteneffizienten, zuverlässigen und einfach zugänglichen Simulationen mangelt.

Unser Ziel ist es, die Grundlagen für menschenzentrierte interaktive Arbeitsabläufe zu schaffen, in denen die Auswirkungen eines Planungsentwurfs auf das Stadtklima unter Berücksichtigung der gesamten blau-grünen Infrastruktur zuverlässig und so schnell simuliert werden können, dass Minuten später eine Analyse der Ergebnisse, eine Anpassung des ursprünglichen Entwurfs und eine erneute Simulation möglich werden. Dies sollte in Zukunft nicht nur die Effizienz von Planungsprozessen erhöhen, sondern auch Entwürfe durch iterative Verbesserung optimieren und letztlich die Klimaresilienz von Städten erhöhen. Gesellschaftliche Aspekte der Stadtentwicklung und der Klimawandelanpassung sollten mit immersiven und interaktiven Werkzeugen für die Kommunikation und die Beteiligung der Öffentlichkeit am Planungsprozess angegangen werden. Um diese Art von interaktiven Arbeitsabläufen zu realisieren, sind enorme technologische und wissenschaftliche Fortschritte erforderlich, die wir in diesem COMET-Modul schaffen. Wir werden zunächst die technologischen Grundlagen für die interaktive Mikroklimamodellierung schaffen. Eine große Herausforderung ist dabei die Entwicklung eines Systems zur

interaktiven und visuellen Steuerung eines numerischen Modells, das neue Ansätze der effizienten Modellausführung auf mehreren GPUs sowie mit künstlicher Intelligenz erfordert. Eine weitere Herausforderung ist die mathematische Modellierung und Kopplung der physikalischen Prozesse, die für die Modellierung der städtischen blau-grünen Infrastruktur relevant sind, um das weltweit erste ganzheitliche Stadtklimamodell zu entwerfen. Dadurch werden Vorhersagen genauer und kosteneffizienter. Darüber hinaus legen wir die Grundlagen für die Unterstützung von Umweltsimulationen durch physikbasierte KI, eine aufkommende Technologie, die eine noch schnellere Modellausführung als mit klassischen numerischen Methoden ermöglichen könnte. Die beschleunigte Modellausführung stellt weitere Herausforderungen an die Analyse und informative Visualisierung von Simulationsergebnissen, die nun auch interaktiv sein müssen. Wir wollen neuartige Techniken für die interaktive Simulationssteuerung und die Echtzeitvisualisierung von Simulationsergebnissen erforschen, und zwar sowohl für ExpertInnen als auch für Nicht-ExpertInnen. Dazu werden wir auch Augmented Reality und andere Ansätze zur Kommunikation und Einbeziehung der Öffentlichkeit untersuchen.

Abstract

The increasing number of natural disasters linked to climate change makes it imperative to increase climate resilience of our habitats. The emerging field of climate-sensitive urban planning addresses this task with climate simulations for predicting the impacts of urban designs and adaptation measures, but is considerably impaired by technical limitations present in current solutions. First, highly accurate simulations developed for scientific purposes are designed for HPC clusters, which prohibits SMEs from using them. Instead, extremely simplified and technically obsolete models are used, which take hours to provide only unreliable solutions. Second, all current urban climate models are limited to the most important physical processes to reduce the computational effort, resulting in separate models for the prediction of temperature and rainfall, for example, ignoring the interactions between these processes. This prevents the precise modeling of nature-based solutions for climate change adaptation, although their importance is steadily increasing. Third, current models are designed as expert systems that require considerable technical expertise in order to use them and cannot be readily made available to the wider public. Thus, the important transformation towards climate-resilient cities cannot happen to the desired extent due to the lack of cost-effective, reliable simulations and limited accessibility.

Our goal is to lay the foundations for human-centered interactive workflows in which the effects of a design on the urban climate considering the entire blue-green infrastructure can be simulated reliably and so quickly that minutes later an analysis of the results, an adjustment of the initial design, and a re-simulation become possible. In the future, this should not only increase the efficiency of planning processes, but also optimize designs through iterative improvement and ultimately increase the climate resilience of urban habitats. Societal aspects of urban development and climate change mitigation should be addressed with immersive and interactive tools for communication and public participation in the planning process. To realize these kinds of interactive workflows, enormous technological and scientific progress is needed, which we aim to achieve in this COMET module. We will first lay the technological foundations for interactive microclimate modeling. A major challenge here is designing an interactive visual steering system for an accurate numerical model, which requires novel approaches for efficient model execution on multiple GPUs and with artificial intelligence. A further challenge is the mathematical modeling and coupling of the physical processes relevant for modeling the urban blue-green infrastructure to design the world's first holistic urban environmental model. This will make predictions more accurate and cost-effective. In addition, we are laying the foundations for supporting environmental simulations with physics-driven artificial intelligence, an emerging technology that could enable even faster model execution than with classical numerical methods. Accelerated model execution poses further challenges for the analysis and insightful visualization of simulation results, as these must

now also be interactive. We want to research novel techniques for interactive simulation steering and real-time visualization of simulation results, both for experts and non-experts, for which we will also explore immersive augmented reality and other strategies for public communication and involvement.

Projektkoordinator

- VRVis Zentrum für Virtual Reality und Visualisierung Forschungs-GmbH

Projektpartner

- Rosinak & Partner ZT Gesellschaft m.b.H.
- Technische Universität Wien
- Wien 3420 Aspern Development AG
- Universität für Bodenkultur Wien
- Henning Larsen Architects
- GREENPASS GmbH
- Universität Bonn Institut für Informatik II