

MICROCARD

MICROCARD: Numerical modeling of cardiac electrophysiology at the cellular scale

Programm / Ausschreibung	IKT der Zukunft, EuroHPC, IKT der Zukunft - EuroHPC 2019	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.04.2021	Projektende	30.09.2024
Zeitraum	2021 - 2024	Projektlaufzeit	42 Monate
Keywords	cardiac electrophysiology simulation, cell-by-cell models		

Projektbeschreibung

Herz-Kreislaufkrankungen gehören weltweit zu den häufigsten Todesursachen. Die Hälfte dieser Todesfälle sind auf Herzrhythmusstörungen, daher Störungen in der elektrischen Synchronisation des Herzens, zurückzuführen. Numerische Modelle der elektrischen Herzfunktion sind bereits in Verwendung, können aber gewisse Eigenschaften alternder und kranker Herzen, aufgrund ihres Homogenisierungs-Ansatzes, nur schlecht wiedergeben. Dafür wäre die Repräsentation individueller Zellen notwendig, was aber die numerischen Anforderungen um mehrere Größenordnungen erhöht.

Unser Ziel ist eine Exascale Anwendungsplattform für die Simulation der Kardialen Elektrophysiologie, die die Auflösung individueller Zellen unterstützt.

Die Plattform wird durch Experten aus allen relevanten wissenschaftlichen Bereichen (HPC, wissenschaftlichen Rechnen, Biomedical Engineering, Physiologie und Kardiologie) gemeinsam entwickelt. Gleichzeitig werden wir die Numerischen Verfahren entwickeln die es der Simulationsplattform erlauben schnell, energieeffizient und robust zu operieren.

Die Simulationsplattform wird auf realistische Anwendungen der Medizin getestet werden und demonstrieren, dass High Performance Computing in diesem Bereich noch viel zu wenig genutzt wird. Die Plattform wird den Nutzern über den Quellcode sowie über ein Web-Interface zugänglich gemacht werden.

Abstract

Cardiovascular diseases are the most frequent cause of death worldwide and half of these deaths are due to cardiac arrhythmia, a disorder of the heart's electrical synchronization

system. Numerical models of this complex system are highly sophisticated and widely used, but to match observations in aging and diseased hearts they need to move from a continuum approach to a representation of individual cells and their interconnections. This implies a different, harder numerical problem and a 10,000-fold increase in problem size. Exascale computers will be needed to run such models.

We propose to develop an exascale application platform for cardiac electrophysiology simulations that is usable for cell-by-cell simulations. The platform will be co-designed by HPC experts, numerical scientists, biomedical engineers, and biomedical scientists. We will develop, in concert, a numerical scheme suitable for exascale parallelism, problem-tailored linear-system solvers and preconditioners, and a compiler to translate high-level model descriptions into optimized, energy-efficient system code for heterogeneous computing systems. The code will be parallelized with a recently developed runtime system that is resilient to hardware failures and will use an energy-aware task placement strategy.

The platform will be applied in real-life use cases with high impact in the biomedical domain and will showcase HPC in this area where it is painfully underused. It will be made accessible for a wide range of users both as code and through a web interface.

Projektpartner

- NumeriCor GmbH