

B-III – Charakteristika studijního předmětu

Název studijního předmětu	Lattice Boltzmann method						
Typ předmětu	povinně volitelný B	doporučený ročník / semestr			1/Z		
Rozsah studijního předmětu	13p+13c	hod.		kreditů	2	kód	01LBM
Prerekvizity, korekvizity, ekvivalence							
Způsob ověření studijních výsledků	klasifikovaný zápočet	Forma výuky		přednáška a cvičení			
Forma způsobu ověření studijních výsledků a další požadavky na studenta							
Každý student musí samostatně implementovat vybranou úlohu buď z navržených témat nebo podle vlastního výběru.							
Garant předmětu	Ing. Radek Fučík, Ph.D.						
Zapojení garanta do výuky předmětu	přednášející, cvičící, zkoušející						
Vyučující	Ing. Radek Fučík, Ph.D., - přednášející, cvičící, zkoušející						
Stručná anotace předmětu							

Abstract:

The lattice Boltzmann method (LBM) is a modern numerical method allowing the solution of non-stationary partial differential equations by solving the Boltzmann transport equation for unknown densities of the particle probability distribution function. The course introduces the basics of the LBM theory, derived equivalent partial differential equations for an advection-diffusion problem and for the incompressible Newtonian fluid flow, and the basic properties of the numerical scheme are derived. The exercises are then devoted to the practical implementation and computations of LBM using the computational infrastructure at FNSPE CTU in Prague, especially with the focus on GPU computing.

Outline:

1. Presentation of the lattice Boltzmann method: introduction, history, brief algorithm, basic properties and modern applications, dimensionless and characteristic quantities.
2. Boltzmann transport equation, space discretization, equilibrium distribution function approximation
3. General LBM algorithm, overview of modern LBM variants (SRT, MRT, CLBM, CuLBM, KBC, ELBM, etc.)
4. Derivation of equivalent partial differential equation, order of accuracy
5. LBM boundary conditions
6. Selected methods involving LBM: Phasefield equation, transport equation, immersed boundary method for fluid interaction with solid or elastic body

Outline of exercises:

1. Analysis of the numerical scheme - derivation of the equivalent partial differential equation
2. Implementation of basic LBM algorithm in C ++ for serial and parallel CPU computing.
3. Implementation of basic LBM algorithm in C ++ and CUDA for parallel computing on GPU.
4. Boundary conditions for LBM
5. Verification of the LBM numerical solution using analytical or exact solutions

Keywords:

Lattice Boltzmann method, numerical solution of partial differential equations

Studijní literatura a studijní pomůcky

Key references:

- [1] Krüger, T., et al. "The lattice Boltzmann method." *Springer International Publishing* 10 (2017): 978-3.
- [2] Guo, Z. and Chang S. *Lattice Boltzmann method and its applications in engineering*. Vol. 3. World Scientific, 2013.
- [3] Huang H, Sukop M and Lu X. *Multiphase lattice Boltzmann methods: Theory and application*. John Wiley & Sons; 2015 Jun 11.

Recommended references:

- [4] Succi, S., 2001. *The lattice Boltzmann equation: for fluid dynamics and beyond*. Oxford university press.
- [5] Mohamad, A.A., 2011. *Lattice Boltzmann method: fundamentals and engineering applications with computer codes*. Springer Science & Business Media.