



Module name: Lattice Boltzmann Method II - advanced topics

Academic year: 2019/2020 Code: ZSDA-3-0020-s ECTS credits: 6

Faculty of: Szkoła Doktorska AGH

Field of study: Szkoła Doktorska AGH Specjalty: —

Study level: Third-cycle studies Form and type of study: Full-time studies

Lecture language: Polski i Angielski Profile of education: Academic (A) Semester: 0

Course homepage: https://www.youtube.com/channel/UCc_r3tYKmjESGdEknQDA0YA

Responsible teacher: dr inż. Straka Robert (straka@metal.agh.edu.pl)

Module summary

Student poznaje zaawansowane tematy dotyczące metody siatkowej Boltzmann (Lattice Boltzmann Method) w modelowaniu przepływów i wymiany ciepła w teorii (przepływy turbulentne, implementacja na GPU, nowoczesne operatory kolizji) i praktyce (zastosowanie w symulacjach procesów przemysłowych).

Description of learning outcomes for module

MLO code	Student after module completion has the knowledge/ knows how to/is able to	Connections with FLO	Method of learning outcomes verification (form of completion)
Social competence: is able to			
M_K001	Potrafi współpracować podczas planowania i wykonywania zadań w grupie.	SDA3A_K01, SDA3A_K02	Execution of laboratory classes
Skills: he can			
M_U001	Implementacja algorytmów metody LBM na GPU	SDA3A_U02, SDA3A_U05, SDA3A_U04	Execution of laboratory classes
M_U002	Implementacja zaawansowanych operatorów kolizji LBM.	SDA3A_U02, SDA3A_U05	Execution of laboratory classes
Knowledge: he knows and understands			
M_W001	Znajomość zaawansowanych modeli metody siatkowej Boltzmann oraz ich zastosowanie w symulacjach.	SDA3A_W03, SDA3A_W02	Execution of laboratory classes

Number of hours for each form of classes

Suma	Form of classes										
	Lectures	Auditorium classes	Laboratory classes	Project classes	Conversation seminar	Seminar classes	Practical classes	Fieldwork classes	Workshops	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
56	28	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0

FLO matrix in relation to forms of classes

MLO code	Student after module completion has the knowledge/ knows how to/is able to	Form of classes										
		Lectures	Auditorium classes	Laboratory classes	Project classes	Conversation seminar	Seminar classes	Practical classes	Fieldwork classes	Workshops	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Social competence: is able to												
M_K001	Potrafi współpracować podczas planowania i wykonywania zadań w grupie.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Skills: he can												
M_U001	Implementacja algorytmów metody LBM na GPU	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Implementacja zaawansowanych operatorów kolizji LBM.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Knowledge: he knows and understands												
M_W001	Znajomość zaawansowanych modeli metody siatkowej Boltzmannia oraz ich zastosowanie w symulacjach.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

Student workload (ECTS credits balance)

Student activity form	Student workload
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	56 h
Preparation for classes	49 h
przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	25 h
Realization of independently performed tasks	15 h
Examination or Final test	2 h
Contact hours	2 h
Summary student workload	149 h
Module ECTS credits	6 ECTS

Additional information

Module content

Lectures

Zawansowana metoda siatkowa Boltzmannna

1. Wymiana ciepła & LBM – konwekcja wymuszona
2. Wymiana ciepła & LBM – konwekcja swobodna
3. Przepływy & LBM – turbulentny przepływ, metoda LES
4. Zawansowane operatory kolizji – CLBM, CuLBM, KBC
5. Zastosowanie frameworku CUDA w LBM
6. Dokładność metody LBM – Chapman-Enskog, EPDE, EFDE
7. Weryfikacja & walidacja LBM – rozwiązania analityczne vs. numeryczne

Laboratory classes

Implementacja LBM na GPU

Na zajęciach będą implementowane algorytmy numeryczne związane z zagadnieniami przedstawianymi na wykładach. Student podczas semestru pracuje też nad projektem końcowym z danej tematyki (wybierany w połowie semestru), który stanowi główną część oceny końcowej.

Teaching methods and techniques:

Lectures: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o pokazy odnoszące się do prezentowanych zagadnień.

Laboratory classes: W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci samodzielnie rozwiązują zadany problem praktyczny, dobierając odpowiednie narzędzia. Prowadzący stymuluje grupę do refleksji nad problemem, tak by otrzymane wyniki miały wysoką wartość merytoryczną.

Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:

Podane przez Prowadzącego na pierwszych zajęciach

Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:

Lectures:

- Attendance is mandatory: No
- Participation rules in classes: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Laboratory classes:

- Attendance is mandatory: Yes
- Participation rules in classes: Studenci wykonują ćwiczenia laboratoryjne zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Student jest zobowiązany do przygotowania się w przedmiocie wykonywanego ćwiczenia, co może zostać zweryfikowane kolokwium w formie ustnej lub pisemnej. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu.

Method of calculating the final grade

0.8• ocena z projektu + 0.2• ocena z egzaminu

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:

Podaje Prowadzący na pierwszych zajęciach w semestrze

Prerequisites and additional requirements

Znajomość dowolnego języka programowania (najlepiej C/C++ i podobne, podstawy CUDA mile widziane).

Recommended literature and teaching resources

1. Krüger T., Kusumaatmaja H., Kuzmin A., Shardt O., Silva G., Viggan E. M., The Lattice Boltzmann Method: Principles and Practice, Springer, 2016
2. Mohamad A. A., Lattice Boltzmann Method: Fundamentals and Engineering Applications with Computer Codes, Springer, 2011.
3. Sukop M. C., Thorne D. T., Lattice Boltzmann Modeling: An Introduction for Geoscientists and Engineers, Springer (Corr. 2nd) 2007
4. Guo Z., Shu C., Lattice Boltzmann Method and Its Applications in Engineering (Advances in Computational Fluid Dynamics), World Scientific, 2013
5. Wolf-Gladrow D.A., Lattice-Gas Cellular Automata and Lattice Boltzmann Models: An Introduction, Springer, 2010
6. Suci S., The Lattice Boltzmann Equation for Fluid Dynamics and Beyond (Numerical Mathematics and Scientific Computation), Clarendon Press, 2001
7. Jason Sanders, Edward Kandrot, CUDA w przykładach. Wprowadzenie do ogólnego programowania procesorów GPU, Helion, 2012

Scientific publications of module course instructors related to the topic of the module

<https://bpp.agh.edu.pl/autor/straka-robert-06530>

Additional information

None