

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Module name: Lattice Boltzmann Method - fundamentals

Academic year: 2019/2020 Code: ZSDA-3-0019-s ECTS credits: 6

Faculty of: Szkoła Doktorska AGH

Field of study: Szkoła Doktorska AGH Specialty: —

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 zastosowanie metody siatkowej Boltzmann (Lattice Boltzmann Method) w modelowaniu przepływów i wymiany ciepła w teorii (podstawy metody, zasady stosowania) i praktyce (algorytmy oparte o LBM).

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	Completion of laboratory classes, Execution of laboratory classes, Execution of a project
Skills: he can			
M_U001	Symulacje numeryczne przepływu płynów i ciepła metodą LBM.	SDA3A_U02	Completion of laboratory classes
M_U002	Implementacja algorytmów metody LBM na CPU	SDA3A_U04, SDA3A_U02	Completion of laboratory classes, Execution of laboratory classes, Project
Knowledge: he knows and understands			
M_W001	Podstawowa i rozszerzona znajomość metody LBM.	SDA3A_W03	Examination

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	Symulacje numeryczne przepływu płynów i ciepła metodą LBM.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Implementacja algorytmów metody LBM na CPU	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Knowledge: he knows and understands												
M_W001	Podstawowa i rozszerzona znajomość metody LBM.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

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

Metoda siatkowa Boltzmannna

1. Podstawy fizyki statystycznej – równanie Boltzmannna
2. Wyprowadzenie równania siatkowego Boltzmannna, operatory SRT, MRT
3. Typy siatek, wielkości makroskopowe vs mikroskopowe
4. Układy jednostek, przejście SI \leftrightarrow LBM, warunki brzegowe, początkowe
5. Równanie adwekcji-dyfuzji & LBM
6. Wymiana ciepła & LBM – przewodzenie
7. Pzepływy & LBM – laminarny przepływ w kanał

Laboratory classes

Metoda siatkowa Boltzmannna - algorytmy CPU

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: Yes
- 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).

Recommended literature and teaching resources

1. Krüger T., Kusumaatmaja H., Kuzmin A., Shardt O., Silva G., Viggen 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. Succi S., The Lattice Boltzmann Equation for Fluid Dynamics and Beyond (Numerical Mathematics and Scientific Computation), Clarendon Press, 2001

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