

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Module name: INTRODUCTION TO SYMBOLIC DYNAMICS

Academic year: 2019/2020 Code: AMAT-2-018-MU-s ECTS credits: 6

Faculty of: Applied Mathematics

Field of study: Mathematics Specialty: Insurance Mathematics

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

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

Course homepage: —

Responsible teacher: dr hab. Foryś Wit (foryswit@wms.mat.agh.edu.pl)

Module summary

Dynamika symboliczna. Języki dynamiczne. Kombinatoryka.

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 samodzielnie wykorzystać wyszukaną przez siebie literaturę	MAT2A_K06	Examination
Skills: he can			
M_U001	Potrafi samodzielnie zilustrować różne typy dynamiki poprzez konstrukcję odpowiednich przesunięć	MAT2A_W07, MAT2A_U16, MAT2A_W08	Examination, Activity during classes
M_U002	Potrafi wskazać związki pomiędzy rodzajami zachowań dynamicznych a typami języków dynamicznych.	MAT2A_U20, MAT2A_W09, MAT2A_U06, MAT2A_W07, MAT2A_W10, MAT2A_W08	Examination, Activity during classes
Knowledge: he knows and understands			
M_W001	Zna podstawowe pojęcia dynamiki symbolicznej	MAT2A_W09, MAT2A_W07, MAT2A_U16, MAT2A_W10, MAT2A_W08	Examination, Activity during classes

M_W002	Zna problematykę, charakteryzację i własności przesunięć typu skończonego i możliwości zastosowań	MAT2A_W09, MAT2A_W07, MAT2A_W10, MAT2A_W08	Examination, Activity during classes
M_W003	Zna problematykę, charakteryzację i własności języków dynamicznych	MAT2A_W09, MAT2A_W07, MAT2A_U13, MAT2A_U11, MAT2A_W10, MAT2A_W08	Examination, Activity during classes
M_W004	Zna problematykę, charakteryzację i własności przesunięć typu soficy i możliwości zastosowań	MAT2A_W09, MAT2A_U06, MAT2A_W07, MAT2A_U18, MAT2A_U16, MAT2A_W10, MAT2A_W08	Examination, Activity during classes
M_W005	Zna problematykę, własności przesunięć podstawieniowych i możliwości zastosowań	MAT2A_W09, MAT2A_U06, MAT2A_W07, MAT2A_U18, MAT2A_U16, MAT2A_W10, MAT2A_W08	Examination, Activity during 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
60	30	30	0	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 samodzielnie wykorzystać wyszukaną przez siebie literaturę	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Skills: he can												
M_U001	Potrafi samodzielnie zilustrować różne typy dynamiki poprzez konstrukcję odpowiednich przesunięć	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Potrafi wskazać związki pomiędzy rodzajami zachowań dynamicznych a typami języków dynamicznych.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Knowledge: he knows and understands												

M_W001	Zna podstawowe pojęcia dynamiki symbolicznej	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Zna problematykę, charakteryzację i własności przesunięć typu skończonego i możliwości zastosowań	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	Zna problematykę, charakteryzację i własności języków dynamicznych	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W004	Zna problematykę, charakteryzację i własności przesunięć typu soficy i możliwości zastosowań	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W005	Zna problematykę, własności przesunięć podstawieniowych i możliwości zastosowań	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Student workload (ECTS credits balance)

Student activity form	Student workload
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	60 h
Preparation for classes	33 h
Realization of independently performed tasks	50 h
Examination or Final test	2 h
Contact hours	5 h
Summary student workload	150 h
Module ECTS credits	6 ECTS

Additional information

Module content

Lectures

PL

1. Dynamika symboliczna, przestrzenie przesunięć – układy dynamiczne. Przykłady.
2. Przesunięcia – definicje równoważne; aspekty kombinatoryczne; topologia metryczna. Języki przesunięć. Przykłady i zastosowania.
3. Języki dynamiczne; język słów zabronionych. Języki i grafy. Twierdzenie o charakteryzacji przesunięcia poprzez język. Przykłady.
4. Przesunięcie skończonego typu. Reprezentacja grafowa. Macierz grafu. Języki przesunięć skończonych. Twierdzenie o przesunięciach określonych przez grafy i macierze. Sprężenie. Przykłady.

5. Przesunięcia typu sofic. Reprezentacja grafowa. Nieredukowalność. Prezentacje minimalne. Języki przesunięć typu sofic. Charakteryzacja przesunięcia typu sofic przez faktor typu skończonego. Przykłady.

6. Przesunięcia podstawieniowe. Przegląd wybranych przesunięć i ich własności

EN

Symbolic dynamics is a rapidly growing part of dynamical systems. Although it originated as a method to study general dynamical systems, the techniques and ideas have found significant applications, for example in data storage and transmission as well as linear algebra. The lecture is an attempt to present basic notions and problems of the theory, focusing on combinatorial aspects of the field.

1.Symbolic dynamics; shift spaces – dynamical systems. Examples.

2.Shifts – various equivalent definitions; combinatorial aspects; metric on words. Shift languages. Examples and applications.

3.Dynamical languages; languages of forbidden words. Languages and graphs – Theorem. Examples.

4.Shifts of finite type. Graph presentation. Matrices and graphs. Languages of shifts of finite type. Theorems on shifts defined by graphs and matrices. Conjugacy. Examples

5.Sofic shifts. Graph presentation. Matrices and graphs. Non-reducibility. Minimal presentations. Languages of sofic shifts. Characterization by factors of finite type. Examples

6.Substitution shifts. Properties. Examples.

Auditorium classes

-//-

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.

Auditorium classes: Podczas zajęć audytoryjnych studenci na tablicy rozwiązują zadane wcześniej problemy. Prowadzący na bieżąco dokonuje stosowanych wyjaśnień i moderuje dyskusję z grupą nad danym problemem.

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

Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest uzyskanie oceny pozytywnej z ćwiczeń (w przypadku braku zaliczenia z ćwiczeń w pierwszym terminie, student ma prawo do dwóch zaliczeń poprawkowych, których sposób przeprowadzenia ustala osoba prowadząca ćwiczenia).

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.

Auditorium classes:

- Attendance is mandatory: Yes
- Participation rules in classes: Studenci przystępując do ćwiczeń są zobowiązani do przygotowania się w zakresie wskazanym każdorazowo przez prowadzącego (np. w formie zestawów zadań). Ocena pracy studenta może bazować na wypowiedziach ustnych lub pisemnych w formie kolokwium, co zgodnie z regulaminem studiów AGH przekłada się na ocenę końcową z tej formy zajęć.

Method of calculating the final grade

Ocena końcowa (OK) jest oceną biorącą pod uwagę ocenę z ćwiczeń i egzaminu pisemnego

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

Student powinien zgłosić się do prowadzącego w celu ustalenia indywidualnego sposobu nadrobienia zaległości.

Prerequisites and additional requirements

licencjat

Recommended literature and teaching resources

1. D. Lind and B. Marcus, An introduction to symbolic dynamics and coding, Cambridge University Press, Cambridge, 1995
2. H. Xie, Gramatical Complexity and One-dimensional Dynamical Systems, Directions in Chaos. World Scientific, Singapore, 1996.
3. P. Kurka, Topological and symbolic dynamics, Cours Specialises [Specialized Courses], 11. Societe Mathematique de France, Paris, 2003.

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

- 1.W.Foryś, P.Oprocha, Infinite traces and symbolic dynamics, Theory of Comp. Systems, 45 (2009) 133-149
- 2.W.Foryś, J.Matyja, On One-sided, D-chaotic CA without Fixed Points, having Continuum of Periodic Points with Period 2 and Topological Entropy $\log(p)$ for any Prime p , Entropy, vol. 16, 2014 pp. 5601-5617
- 3.M. Foryś, On the Growth Rate of Words in Generalized Thue-Morse Sequence, Int. J. Comp. Math., 91(8) (2014), 1627-1634
- 4.M. Foryś, On sequence entropy of Thue-Morse shift, Schedae Inf., Vol.22, pp.19-25, 2013

Additional information

Przedmiot może być prowadzony w języku angielskim.