
Ano Letivo 2022-23

Unidade Curricular METAHEURÍSTICAS

Cursos ENGENHARIA INFORMÁTICA (2.º ciclo)

CIBERSEGURANÇA (*)

(*) Curso onde a unidade curricular é opcional

Unidade Orgânica Faculdade de Ciências e Tecnologia

Código da Unidade Curricular 14741065

Área Científica CIÊNCIA DE COMPUTADORES

Sigla

Código CNAEF (3 dígitos) 481

**Contributo para os Objetivos de
Desenvolvimento Sustentável - 04;08;10
ODS (Indicar até 3 objetivos)**

Línguas de Aprendizagem

Inglês-EN

Modalidade de ensino

Presencial ou à distância

Docente Responsável

Fernando Miguel Pais da Graça Lobo

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
Fernando Miguel Pais da Graça Lobo	T; TP	T1; TP1	28T; 28TP

* Para turmas lecionadas conjuntamente, apenas é contabilizada a carga horária de uma delas.

ANO	PERÍODO DE FUNCIONAMENTO*	HORAS DE CONTACTO	HORAS TOTAIS DE TRABALHO	ECTS
1º	S1	28T; 28TP	156	6

* A-Anual;S-Semestral;Q-Quadrimestral;T-Trimestral

Precedências

Sem precedências

Conhecimentos Prévios recomendados

Programação, Algoritmos e Estruturas de Dados, Probabilidades e Estatística, Matemática Discreta.

Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências)

As metaheurísticas são uma classe de algoritmos que são geralmente usados para resolver problemas de otimização, sendo especialmente apropriados quando existe pouco conhecimento prévio que possa ser usado para guiar a procura por boas soluções, e quando os métodos de força-bruta não se revelam apropriados.

Nesta disciplina os alunos aprendem os mecanismos de funcionamento destes algoritmos, como implementá-los e como aplicá-los num domínio concreto. Os alunos também desenvolvem capacidades de escrita técnica e de apresentação.

Conteúdos programáticos

1. Fundamentos

- Problemas combinatoriais
- Complexidade computacional
- Paradigmas de procura

2. Métodos de Estado Único

- Procura aleatória, algoritmo trepa-colinas
- Procura com vizinhanças de tamanho variável, pesquisa local iterada
- Arrefecimento simulado, trepa-colinas com aceitação tardia, procura tabu

3. Análise Empírica

- Conceção de experiências
- Avaliação de performance

4. Estrutura do Espaço de Procura e Performance

- Paisagens de procura, mínimos locais
- Escarpamento, planatos, barreiras e bacias

5. Métodos Baseados em Populações

- Algoritmos genéticos
- Estratégias evolutivas
- Evolução diferencial e otimização por enxame de partículas
- Algoritmos evolutivos baseados em modelos probabilísticos

6. Teoria de metaheurísticas

- Análise de tempo de execução
- Teorema NFL

7. Outros tópicos

- Tratamento de restrições
- Otimização multimodal e multi-objectivo
- Paralelização

Metodologias de ensino (avaliação incluída)

Nas aulas T, a matéria é apresentada aos estudantes, acompanhada de exemplos ilustrativos. Nas aulas P os estudantes exercitam a matéria dada nas aulas teóricas e trabalham no projecto da disciplina.

Avaliação: projecto (100%)

O projecto é feito individualmente ao longo da disciplina e consiste na aplicação de metaheurística(s) a um problema à escolha do estudante. O estudante terá de:

1. fazer uma apresentação de 15 min., a meio do semestre, sobre o trabalho desenvolvido até ao momento. (10%)
2. fazer uma apresentação final de 20 min. sobre o trabalho realizado. (10%)
3. escrever um relatório técnico (máx. de 10 páginas A4) descrevendo a aplicação ao problema escolhido. (60%)
4. submeter todo o código realizado na obtenção dos resultados apresentados no relatório técnico. (20%)

No caso de o aluno não ter aprovação em ep. normal, poderá submeter uma versão melhorada do relatório técnico e do código até à data do exame de recurso. Porém, não haverá nova apresentação oral.

Bibliografia principal

- Stochastic Local Search: Foundations and Applications, by H. Hoos and T. Stützle. Morgan Kaufmann, 2004.
- Essentials of Metaheuristics, 2nd edition (free at <http://www.cs.gmu.edu/~sean/book/metaheuristics/>), by Sean Luke, 2016.
- Introduction to Evolutionary Computing, by A. E. Eiben and J. E. Smith, Springer, 2003.

Academic Year 2022-23

Course unit METAHEURISTICS

Courses INFORMATICS ENGINEERING
Common Branch
(*)

(*) Optional course unit for this course

Faculty / School FACULTY OF SCIENCES AND TECHNOLOGY

Main Scientific Area

Acronym

CNAEF code (3 digits) 481

**Contribution to Sustainable
Development Goals - SGD** 04;08;10
(Designate up to 3 objectives)

Language of instruction English-EN

Teaching/Learning modality

In-person or distance lectures

Coordinating teacher

Fernando Miguel Pais da Graça Lobo

Teaching staff	Type	Classes	Hours (*)
Fernando Miguel Pais da Graça Lobo	T; TP	T1; TP1	28T; 28TP

* For classes taught jointly, it is only accounted the workload of one.

Contact hours

T	TP	PL	TC	S	E	OT	O	Total
28	28	0	0	0	0	0	0	156

T - Theoretical; TP - Theoretical and practical ; PL - Practical and laboratorial; TC - Field Work; S - Seminar; E - Training; OT - Tutorial; O - Other

Pre-requisites

no pre-requisites

Prior knowledge and skills

Computer Programming, Algorithms and Data Structures, Statistics and Probability, Discrete Mathematics.

The students intended learning outcomes (knowledge, skills and competences)

Metaheuristics are a class of algorithms used to find solutions to problems when little information is available beforehand to help guide the search for those solutions, and when a brute-force approach is not adequate.

In this course the students will learn the working principles of these algorithms, how to implement and apply them to a particular domain. They will also develop writing and presentation skills.

Syllabus

1. Foundations

- Combinatorial problems
- Computational complexity
- Search paradigms

2. Single-State Methods

- Random search, Hillclimbing
- Variable neighbourhood descent, iterated local search
- Simulated annealing, late acceptance hillclimbing, tabu search

3. Empirical Analysis

- Design of experiments
- Performance assessment

4. Search Space Structure and Performance

- Search landscapes and local minima
- Ruggedness, plateaus, barriers and basins

5. Population Methods

- Genetic algorithms
- Evolution strategies
- Differential evolution and Particle swarm optimization
- Model-based evolutionary algorithms

6. Theory of Randomized Search Heuristics

- Run time analysis
- No free lunch theorem

7. Other topics

- Constraint handling
- Multimodal and multi-objective optimization
- Parallelization

Teaching methodologies (including evaluation)

In the main T lectures, the course materials are explained to students along with illustrative examples.
In the P lectures students have hands-on experience on the course materials and work on their projects.

Grading: project (100%)

The project is done individually and consists of applying metaheuristics to an application domain of the student's choice. For the project component, students will have to:

1. make a midterm 15 min. oral presentation describing the project's ongoing work. (10%)
2. make a final 20 min. oral presentation of the work. (10%)
3. write a technical report (10 A4 pages max) describing the application. (60%)
4. submit all the source code done to obtain the results shown in the technical report. (20%)

If the student does not pass in ep. normal, he/she can resubmit an improved version of the technical report, as well as the source code, until the exam date of ep. recuso. There won't be a new oral presentation.

Main Bibliography

- Stochastic Local Search: Foundations and Applications, by H. Hoos and T. Stützle. Morgan Kaufmann, 2004.
- Essentials of Metaheuristics, 2nd edition (free at <http://www.cs.gmu.edu/~sean/book/metaheuristics/>), by Sean Luke, 2016.
- Introduction to Evolutionary Computing, by A. E. Eiben and J. E. Smith, Springer, 2003.