

Perlen der Bioinformatik: Algorithmen (IN5116)

Title	Bioinformatics Pearls: Algorithmics	
Typ	Vorlesung mit Übungen	
Credits	9	
Lehrform/SWS	4V + 2Ü	
Sprache	English	
Modulniveau	Master	
Arbeitsaufwand	Präsenzstunden	90 Stunden
	Eigenstudium	180 Stunden
	Gesamtaufwand	270 Stunden
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Die Studierenden verstehen wichtige algorithmische Konzepte und Techniken (z.B. Kombinatorische Optimierung, Graphalgorithmen, randomisierte Verfahren, Monte-Carlo Methoden, Approximation) und können sie praktisch auf aktuelle Fallbeispiele und Problemstellungen der Bioinformatik (wie Proteinstrukturvorhersage, Sequenzanalyse, Interpretation von Sequenzierungs- und Massenspektrometriedaten, genregulatorische Netzwerke) anwenden. Studierende können Algorithmen für die oben genannten Techniken und ihre Anwendungen auf Bioinformatikprobleme analysieren und verstehen die dazu notwendigen formalen Techniken. Studierende können algorithmische Prinzipien für neue Bioinformatik Probleme und Daten identifizieren und anpassen.</p>	
Intended Learning Outcomes	<p>Students understand important algorithmic concepts and techniques (e.g., combinatorial optimization, graph algorithms, randomized methods, Monte Carlo methods, approximations) and are able to apply them to practical case studies and problems in bioinformatics (such as protein structure prediction, sequence analysis, interpretation of sequencing and mass spectrometry data, gene regulatory networks). Students are able to practically analyze those algorithms and its applications to Bioinformatics problems and they understand the required formal techniques. Students are able to identify and adapt fundamental algorithms for new bioinformatics problems and data.</p>	
Inhalt	Das Modul behandelt ausgewählte fortgeschrittene Themen („Perlen“) der algorithmischen Bioinformatik	

	<p>in jeweils in sich abgeschlossenen Vorlesungen. Mögliche Themen sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kombinatorische Optimierung • Graphentheorie und Algorithmen • Monte-Carlo Methoden • Approximation • Randomisierte Algorithmen • Netzwerkinferenz • Statistisches Lernen • Data mining • Bayes'sche Netzwerke • Graphische Modelle • Petri-Netze • Spieltheorie • Evolutionäre Dynamik • Phylogenetische Bäume und Netzwerke • Next generation sequencing • Expressionsdatenanalyse • Computational proteomics. <p>Die Auswahl der Themengebiete obliegt dem jeweiligen Dozenten.</p>
<p>Contents</p>	<p>The module treats selected advanced topics ('pearls') of algorithmic bioinformatics in self-contained lectures Possible topics are:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Combinatorial optimization • Graph theory and algorithms • Monte-Carlo methods • Approximation • Randomized algorithms • Network inference • Statistical learning • Data mining • Bayesian networks • Graphical models • Petri nets • Game theory • Evolutionary Dynamics • Phylogenetic trees and networks • Next generation sequencing • Expression analysis • Computational proteomics. <p>The selection of the topics is decided by the lecturer.</p>
<p>Prüfung</p>	<p>Prüfungsleistung (benotet): -Klausur: 120 min</p>

	<p>Wiederholungsklausur zu Ende des Semesters. Details werden zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.</p> <p>In der Klausur weisen die Studierenden nach, inwieweit sie die in der Vorlesung vorgestellten Problemstellungen der Bioinformatik und die dazu gehörigen Lösungsansätze und Modellierungen sowie die algorithmische Konzepte und Techniken verstehen und komprimiert in begrenzter Zeit wiedergeben können. Algorithmische Techniken, ihre Anwendungen und ihre formale Analyse werden durch entsprechende Aufgaben in der Klausur geprüft. Für konkrete Problemstellungen weisen die Studierenden nach, dass sie die algorithmischen Konzepte identifizieren, praktisch anwenden, anpassen und analysieren können.</p> <p>In der Klausur werden 4-7 Aufgaben bearbeitet, die eine eigenständige Anwendung der algorithmischen Konzepte und Modelle aus der Vorlesung zur Lösung einer anspruchsvollen Problemstellung erfordern(wie z.B. die Lösung eines kombinatorischen Optimierungsproblems oder die Inferenz von Netzwerkmodellen), die Skizzierung einer Beweisidee (wie z.B. die Korrektheit eines Algorithmus oder die Konvergenz eines Verfahrens), die Modellierung eines biologischen Systems (wie z.B. genregulatorische Netzwerke, Expressionsdaten, phylogenetische Stammbäume) oder die Analyse eines Algorithmus (wie z.B. ein Greedy- oder ein randomisiertes Verfahren oder eine Monte Carlo Methode).</p>
Exams	<p>Exam (graded): -written exam: 120 min</p> <p>The exam can be repeated at the end of the term. Details will be published at the start of the module.</p> <p>Within the written exam, the students demonstrate that they are able to reproduce the bioinformatics problems, the respective models and the proposed solutions (presented in the lectures) as well as algorithmic concept and techniques in a condensed form within limited time. Algorithmic techniques and their formal analysis will be examined via respective problems in the written exam. For specific tasks students need to identify algorithmic concepts and demonstrate that they can practically apply, adapt and analyze them.</p>

	In the exam students solve 4-7 problems, which require an independent application of algorithmic concepts and models from the lecture to address a difficult task (i.e., the solution of a combinatorial optimization problem or the inference of a network model), the sketch of a formal proof (i.e., the correctness of an algorithm or the convergence of a method), the modeling of a biological system (e.g., a gene regulatory network, expression data, phylogenetic trees) or the analysis of an algorithm (e.g., a Greedy or randomized method, or a Monte-Carlo approach).
Literatur	A.K.Dewdney, New Turing Omnibus: 66 Excursions in Computer Science, Freemann & Co Ltd, 1993.
Literature	A.K.Dewdney, New Turing Omnibus: 66 Excursions in Computer Science, Freemann & Co Ltd, 1993.
Medienformen	Folienpräsentation, Tafelanschrieb
Media	slide show, blackboard
Lehr- und Lernmethode	<p>Vorlesung, Tutorübung, Aufgaben zum Selbststudium. In den Hausaufgaben, die freiwillig abzugeben sind, wird das Verständnis der Konzepte und Algorithmen (die in der Vorlesung vorgestellt wurden) anhand konkreter Daten und Beispiele vertieft. Die Studierenden entwerfen mithilfe der in der Vorlesung vorgestellten Konzepte Algorithmen und Modelle für neue Probleme. In den Hausaufgaben werden selbständig anspruchsvolle Übungsaufgaben bearbeitet, die ähnlich wie die Klausuraufgaben (siehe oben) sind und deshalb zur Vorbereitung darauf dienen.</p> <p>In den Übungen werden mögliche Lösungsansätze der Aufgaben zum Selbststudium diskutiert.</p>
Teaching and Learning Methods	<p>Lecture, tutorial, assignments for individual study. Within the assignments (submission is optional) concepts and algorithms (presented in the lecture) will be applied to real data and examples to deepen the understanding. The students develop new algorithms and models based on the presented concepts. The assignments consist of demanding problems similar to the assignments in the written exam (for details see above) and serve as a preparation for the written exam. Within the tutorials possible approaches for the solution of the considered problems will be discussed for in-depth self study.</p>
Turnus	Unregelmäßig

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Ralf Zimmer
Dozenten	Prof. Dr. Ralf Zimmer