

Algorithmische Bioinformatik: Bäume und Graphen (IN5020)

Title	Algorithmic Bioinformatics: Trees and Graphs	
Typ	Vorlesung mit Übungen	
Credits	9	
Lehrform/SWS	4V + 2Ü	
Sprache	Deutsch	
Modulniveau	Master	
Arbeitsaufwand	Präsenzstunden	90 Stunden
	Eigenstudium	180 Stunden
	Gesamtaufwand	270 Stunden
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Die Teilnehmer sind in der Lage, biologische Problemstellungen, wie die Erstellung von Phylogenien und Linearisierung von genomischen Gruppen, mithilfe von Graphen und speziell Bäumen geeignet zu modellieren, damit sie einem automatisierten Lösungsverfahren zugänglich sind, die algorithmische Komplexität (bzgl. der Komplexitätsklassen P, NP, NPC, PSPACE, EXPTIME, etc.) des zugehörigen Problems einzuordnen, Algorithmen für deren Lösung zu entwerfen und diese im Hinblick auf deren Effektivität (Korrektheit) und Effizienz (bzgl. Laufzeit und Speicherplatzverbrauch) zu analysieren.</p>	
Intended Learning Outcomes	<p>Participants are able to construct models for biological problems, e.g., reconstructing phylogenies and linearization of genomic groups, based on graphs and trees, to evaluate their algorithmic complexity (with respect to P, NP, NPC, PSPACE, EXPTIME), to design and to analyze (with respect to time and space complexity as well as correctness) algorithms based on these models.</p>	
Inhalt	<p>Dieses Modul umfasst die grundlegenden Problemstellungen der Bioinformatik, die auf bekannten und modernen Graphklassen beruhen, allgemeine und spezifische Lösungsmethoden hierfür, Analysemethoden für die algorithmische Komplexität und den Algorithmenentwurf für solche Problemstellungen.</p> <p>Themen sind Methoden zur Linearisierung von genomischen Gruppen mit PQ-Bäumen, Intervall-Graphen u. Ä. und zur Rekonstruktion evolutionärer Bäume und Netzwerke mit attributierten Bäumen, chordalen Graphen, Splits-Bäumen und Splits-Graphen u.Ä., sowie hierzu benötigte algorithmische</p>	

	Grundkonzepte wie Fibonacci-Heaps.
Contents	<p>Study of bioinformatics problems based on well-known and modern graph families, development of general and specific algorithms for these problems, techniques to analyze the algorithmic complexity, and the design of algorithms for such problems. Topics are algorithms for linearization of genomic groups using PQ trees, interval graphs, etc., algorithms for reconstruction of evolutionary trees and networks using attributed trees, chordal graphs, splits trees and graphs, etc., and required fundamental data structures such as Fibonacci heaps.</p>
Prüfung	<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 vorgestellten Modelle und Algorithmen verstanden haben, komprimiert wiedergeben und anwenden sowie auf verwandte Probleme übertragen bzw. erweitern und analysieren können. Konkret werden in der Klausur 4-7 Aufgaben bearbeitet, die eine eigenständige Anwendung der algorithmischen Konzepte und Modelle aus der Vorlesung zur Lösung einer anspruchsvollen Problemstellung erfordern (Anwendung oder Entwurf eines Algorithmus basierend z.B. auf PQ-Bäumen, PQR-Bäumen, Intervallgraphen, chordalen Graphen, State-Intersection-Graphen, Union-Find-Algorithmen, Splits-Graphen, etc.), die Skizzierung einer Beweisidee (z.B. polynomielle Reduktion auf ein NP-vollständiges Problem, Nachweis polynomieller Laufzeit, Nachweis der Korrektheit eines Algorithmus) oder die Analyse der Zeit/Platzkomplexität eines Algorithmus (z.B. im Bereich der Phylogenie oder Linearisierung).</p>
Examination	<p>Examination requirements (graded): -written exam : 120 min</p> <p>A makeup exam will be offered at the end of the semester, details will be announce at the beginning of the course.</p> <p>Within the written exam, students demonstrate that they understand the presented models and</p>

	<p>algorithms, that they can reproduce and apply them as well as that they can transfer and extend the models and algorithms to similar problems (exemplarily and within limited time). The written exam contains 4 to 7 assignments, which require independent application of algorithmic concepts and models presented in the lecture to solve demanding problems (application or design of algorithms based on ,e.g., PQ trees, PQR trees, interval graphs, chordal graphs, state intersection graphs, union-find-data structures, splits graphs, etc.), the sketch of a proof (e.g., polynomial reduction to an NP-complete problem, proof of a polynomial runtime, proof of correctness of an algorithm) or the analysis of the time/space complexity of an algorithm (e.g., in the field of phylogenies or linearization).</p>
Literatur	<p>A. Dress, K. Huber, J. Koolen, V. Moulton, A. Spilner: Basic Phylogenetic Combinatorics, Cambridge University Press, 2012.</p> <p>D. Gusfield: Algorithms on Strings, Trees, and Sequences: Computer Science and Computational Biology, Cambridge University Press, 1997.</p> <p>V. Heun: Algorithmische Bioinformatik: Bäume und Graphen, Skriptum, aktuelle Version.</p> <p>D. Huson, R. Rupp, C. Scornavacca: Phylogenetic Networks, Cambridge University Press, 2010.</p> <p>C. Semple, M. Steel: Phylogenetics, Oxford Lecture Series in Mathematics and its Applications, Vol. 24. Oxford University Press, 2003.</p>
Literature	<p>A. Dress, K. Huber, J. Koolen, V. Moulton, A. Spilner: Basic Phylogenetic Combinatorics, Cambridge University Press, 2012.</p> <p>D. Gusfield: Algorithms on Strings, Trees, and Sequences: Computer Science and Computational Biology, Cambridge University Press, 1997.</p> <p>V. Heun: Algorithmische Bioinformatik: Bäume und Graphen, Class Notes, aktuelle Version.</p> <p>D. Huson, R. Rupp, C. Scornavacca: Phylogenetic Networks, Cambridge University Press, 2010.</p> <p>C. Semple, M. Steel: Phylogenetics, Oxford Lecture Series in Mathematics and its Applications, Vol. 24. Oxford University Press, 2003.</p>
Medienformen	Tafelanschrieb, Folienpräsentation
Media	Blackboard, slide show
Lehr- und Lernmethode	<p>Vorlesung, Tutorübung, Aufgaben zum Selbststudium.</p> <p>Das Modul besteht aus einer Vorlesung sowie Übungen in kleinen Gruppen.</p> <p>In den Hausaufgaben, die freiwillig abzugeben sind,</p>

	<p>wird das Verständnis der Konzepte und Algorithmen (die in der Vorlesung vorgestellt werden) anhand konkreter Daten und Beispiele vertieft. Die Studierenden entwerfen mithilfe der in der Vorlesung vorgestellten Konzepte und Modelle neue Algorithmen für neue Probleme und analysieren diese. In den Hausaufgaben werden selbständig anspruchsvolle Übungsaufgaben bearbeitet, die ähnlich wie die Klausuraufgaben sind (siehe oben) und deshalb zur Vorbereitung darauf dienen. In den Übungen werden mögliche Lösungsansätze der Aufgaben zum Selbststudium diskutiert.</p>
Teaching and Learning Methods	<p>lecture, tutorial, assignments for individual study. The module consists of a lecture and in addition exercises in small groups. Within the assignments (the 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 based on the presented concepts and models to related problems and analyze these algorithms. 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 solutions of the assignments will be discussed.</p>
Turnus	unregelmäßig
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Volker Heun
Dozenten	Prof. Dr. Volker Heun