

Algorithmische Bioinformatik I (IN5000)

Title	Algorithmic Bioinformatics I	
Typ	Vorlesung mit Übungen	
Credits	9	
Lehrform/SWS	4V + 2Ü	
Sprache	Deutsch oder Englisch (wird vom Dozenten zum Vorlesungsbeginn bekannt gegeben)	
Modulniveau	Bachelor	
Arbeitsaufwand	Präsenzstunden	90 Stunden
	Eigenstudium	180 Stunden
	Gesamtaufwand	270 Stunden
Angestrebte Lernergebnisse	Die Teilnehmer sind in der Lage, gegebene Algorithmen im Hinblick auf die Laufzeitkomplexität zu analysieren und einfache Algorithmen für Anwendungen in der Bioinformatik zu entwickeln bzw. bekannte Algorithmen an ähnliche Problemstellungen anzupassen. Beispiele hierfür sind grundlegende Algorithmen zur Textsuche, zum Vergleich von Sequenzen und zur Sequenzanalyse.	
Intended Learning Outcomes	Students are able to analyze algorithms (w.r.t. to time complexity) and to develop simple algorithms for Bioinformatics application as well as to adapt known algorithms to similar problems. Examples are fundamental algorithms for text searching, for sequence comparison, and for sequence analysis.	
Inhalt	<p>Themen des Moduls Algorithmische Bioinformatik I sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse von Algorithmen: Asymptotisches Verhalten, Rekursionsgleichungen • Entwurfsmethoden für Algorithmen: Rekursion, Divide-and-Conquer, Dynamische Programmierung, Greedy-Algorithmen, Branch-and-Bound • Suchen in Texten: Knuth-Morris-Pratt, Boyer-Moore, Aho-Corsasick, Z-Boxen • Suffix-Tries, -Trees, -Arrays: Konstruktion (Ukkonens Algorithmus) und Anwendungen • Sequenzanalyse: Paarweises Sequenzalignment (Needleman-Wunsch, Smith-Waterman, Gotoh) und Scoring (Edit-Distanz, Distanz- und Ähnlichkeitsmaße), Motivsuche • Fragment Assembly, Partial (PDP) und double (DDP) digest problems • Optional: NP-Vollständigkeit: Reduktionen, NP- 	

	vollständige Probleme in der Bioinformatik
Contents	<p>Topics of Algorithmic Bioinformatics I are:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analysis of algorithms: asymptotic growth, recurrence relations • Design techniques for algorithms: recursion, divide-and-conquer, dynamic programming, greedy algorithms, branch-and-bound • String matching: Knuth-Morris-Pratt, Boyer-Moore, Aho-Corsasick, Z-Boxes • Suffix tries, trees, and arrays: construction (Ukkonen's Algorithm) and applications • Sequence analysis: pairwise sequence alignment (Needleman-Wunsch, Smith-Waterman, Gotoh) and scoring (Edit distance, distance and similarity measures), motive search • Fragment assembly, partial (PDP) and double (DDP) digest problems • Optional: NP-completeness: reductions, NP-complete problems in bioinformatics
Prüfung	<p>Prüfungsleistung (benotet): Klausur (120min)</p> <p>Wiederholungsklausur zu Ende des Semesters. Details werden zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.</p> <p>In der Klausur weisen die Studierenden nach, dass sie gegebene Algorithmen im Hinblick auf die Laufzeitkomplexität analysieren, den Ablauf der im Modul behandelten Algorithmen erläutern und einfache Algorithmen entwerfen bzw. bekannte Algorithmen an ähnliche Problemstellungen anpassen können. Konkret werden in der Klausur 4-7 Aufgaben bearbeitet, die eine eigenständige Anwendung der Methoden zum Entwurf und Analyse von Algorithmen zur Lösung einer anspruchsvollen Problemstellung erfordern, wie die konkrete Laufzeitermittlung eines Algorithmus (z.B. durch Lösen von Rekursionsgleichungen und Angabe des asymptotischen Verhaltens), die Beschreibung des Verhaltens eines im Modul behandelten Algorithmus (z.B. KMP, BM, AC, Z-Boxen, Ukkonen, DP), und das Entwerfen oder Anpassen eines Algorithmus für ein Problem aus der Sequenzanalyse oder Textsuche.</p>
Examination	<p>Examination requirements (graded): written exam (120 min)</p> <p>A makeup exam will be offered at the end of the</p>

	<p>semester. Details will be announced at the beginning of the module.</p> <p>Within the written exam, students demonstrate that they are able to analyze algorithm w.r.t. their time complexity, to explain the behavior of an algorithm presented in the module, to develop simple algorithms and to adapt known algorithms to similar problems. The written exam contains 4 to 7 assignments, which require independent application of methods for design and analysis of algorithms to solve demanding problems such as the run time analysis of given algorithms (e.g., solving recurrence relations and asymptotic notations), the description of the behavior of an algorithm presented in the module (e.g., KMP, BM, AC, Z-Boxes, Ukkonen, DP) as well as the design or adaptation of algorithms for problems in the area of sequence analysis or text searching.</p>
Literatur/Literature	<p>S. Aluru (Ed.): Handbook of Computational Molecular Biology, Chapman and Hall/CRC, 2006.</p> <p>H.-J. Böckenhauer, D. Bongartz: Algorithmische Grundlagen der Bioinformatik: Modelle, Methoden und Komplexität, Teubner, 2003.</p> <p>P. Clote, R. Backofen: Computational Molecular Biology - An Introduction, Wiley, 2000.</p> <p>R.C. Deonier, S. Tavare, M.S. Waterman: Computational Genome Analysis, Springer, 2005.</p> <p>R. Durbin, S. Eddy, A. Krogh, G. Mitchinson: Biological Sequence Analysis - Probabilistic Models of Proteins and Nucleic Acids, Cambridge University Press, 1998.</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, Skriptum, 2001-2016.</p> <p>N.C. Jones, P.A. Pevzner: An Introduction to Bioinformatics Algorithms, MIT Press, 2004.</p> <p>D.W. Mount: Bioinformatics - Sequence and Genome Analysis, Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2001.</p> <p>P. Pevzner: Computational Molecular Biology - An Algorithmic Approach, MIT Press, 2000.</p> <p>J.C. Setubal, J. Meidanis: Introduction to Computational Molecular Biology, PWS Publishing Company, 1997.</p> <p>M.S. Waterman: Introduction to Computational Biology: Maps, Sequences, and Genomes, Chapman and Hall, 1995.</p>
Literature	<p>S. Aluru (Ed.): Handbook of Computational Molecular Biology, Chapman and Hall/CRC, 2006.</p>

	<p>H.-J. Böckenhauer, D. Bongartz: Algorithmische Grundlagen der Bioinformatik: Modelle, Methoden und Komplexität, Teubner, 2003.</p> <p>P. Clote, R. Backofen: Computational Molecular Biology - An Introduction, Wiley, 2000.</p> <p>R.C. Deonier, S. Tavare, M.S. Waterman: Computational Genome Analysis, Springer, 2005.</p> <p>R. Durbin, S. Eddy, A. Krogh, G. Mitchinson: Biological Sequence Analysis - Probabilistic Models of Proteins and Nucleic Acids, Cambridge University Press, 1998.</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, Skriptum, 2001-2016.</p> <p>N.C. Jones, P.A. Pevzner: An Introduction to Bioinformatics Algorithms, MIT Press, 2004.</p> <p>D.W. Mount: Bioinformatics - Sequence and Genome Analysis, Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2001.</p> <p>P. Pevzner: Computational Molecular Biology - An Algorithmic Approach, MIT Press, 2000.</p> <p>J.C. Setubal, J. Meidanis: Introduction to Computational Molecular Biology, PWS Publishing Company, 1997.</p> <p>M.S. Waterman: Introduction to Computational Biology: Maps, Sequences, and Genomes, Chapman and Hall, 1995.</p>
Medienformen	Folienpräsentation, Tafelanschrieb
Media	slide show, blackboard
Lehr- und Lernmethode	<p>Vorlesung, Tutorübung, Aufgaben zum Selbststudium.</p> <p>Das Modul besteht aus einer Vorlesung sowie Übungen in kleinen Gruppen. In den Hausaufgaben, die freiwillig abzugeben sind, wird das Verständnis der Methoden, Techniken und Algorithmen, die in der Vorlesung vorgestellt werden, anhand konkreter Daten und Beispiele vertieft. Die Studierenden entwerfen mithilfe der in der Vorlesung vorgestellten Methoden und Techniken neue Algorithmen bzw. adaptieren bekannte Algorithmen für ähnliche Probleme und analysieren diese. In den Hausaufgaben werden selbständig anspruchsvolle Übungsaufgaben bearbeitet, die ähnlich wie die Klausuraufgaben sind (siehe oben) und daher zur Vorbereitung darauf dienen. In den Übungen werden mögliche Lösungsansätze der Aufgaben zum Selbststudium diskutiert.</p>
Teaching and Learning Methods	Lecture, tutorial, assignments for individual study.

	<p>The module consists of a lecture and in addition exercises in small groups. Within the assignments (submission is optional) methods, techniques 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 methods and techniques or adapt known algorithms 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	Sommersemester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Ralf Zimmer
Dozenten	Prof. Dr. Caroline Friedel Prof. Dr. Volker Heun Prof. Dr. Ralf Zimmer