

# **Module des Modulhandbuchs**

**für den**

**Bachelor- und Master-Studiengang Informatik**

**welche vor dem 26.08.2022 zuletzt angeboten wurden.**

**Institut für Informatik  
der Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
der Heinrich-Heine-Universität**

**Herausgegeben vom  
Ausschuss für die Bachelor- und Master-Prüfung  
im Fach Informatik**

Zum 26.08.2022 haben wir unsere Modulhandbücher auf ein neues Format umgestellt. Alle Module, die wir vor diesem Datum das letzte Mal angeboten haben, und welche seit dem nicht mehr angeboten werden, finden Sie in dieser Sammlung alter Module.

# **Algebraische und Strukturelle Graphentheorie**

## **Algebraic and Structural Graph Theory**

### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

### **Leistungspunkte**

5 LP

### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Algebraische und Strukturelle Graphentheorie“, 2 SWS
- Übungen, 2 SWS
- Die Bearbeitung der Hausaufgaben erfordern durchschnittlich weitere 2 SWS

### **Inhalte**

Dieses Modul vermittelt Kenntnisse aus folgenden Bereichen:

- Eigenschaften von Adjazenzmatrizen
- Graphhomomorphismen
- Strukturelle Ähnlichkeit von Graphen
- Normalformen von Graphen
- Graphen über algebraischen Strukturen
- Kombinatorische Grapheigenschaften

### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende, die das Modul erfolgreich absolviert haben, besitzen anschließend die Fähigkeit, Struktureigenschaften von Graphen und Graphklassen mittels kombinatorischer und algebraischer Methoden zu analysieren.

### **Literatur**

Aktuelle Lehrbücher über Graphentheorie sowie Originalliteratur

### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Theoretische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik
- Teil eines Master-Moduls im Master-Studiengang Biologie

### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

schriftliche Prüfung (i.d.R. 90 Minuten) oder mündliche Prüfung (i.d.R. 30 Minuten) am Ende des Semesters

### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Dr. Stefan Hoffmann

# **Algorithmen für planare Graphen**

## **Algorithms for Planar Graphs**

### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

### **Leistungspunkte**

10 LP ab PO 2015, alte PO 15 LP

### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Algorithmen für planare Graphen“, 2 SWS
- Seminar, 2 SWS
- Übung, 2 SWS

### **Inhalte**

Dieses Modul vermittelt grundlegende Kenntnisse aus folgenden Bereichen.

- Grundlagen zu planaren Graphen
- Planaritätstests
- Zeichnen von planaren Graphen
- Knoten- und Kantenfärbungen für planare Graphen
- Flüsse in planaren Graphen

### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende, die das Modul erfolgreich absolviert haben, sollen anschließend ein breites und vertieftes Verständnis im Bereich „Algorithmen für planare Graphen“ besitzen. Weiterhin sollen die Studierenden nach Absolvierung der Lehrveranstaltungen in der Lage sein, einen guten Vortrag vorzubereiten und zu halten und eine gute schriftliche Ausarbeitung zu dem Vortragsthema anzufertigen.

### **Literatur**

- T. Nishizeki, N. Chiba: Planar Graphs: Theory and Algorithms, Dover Publ Inc, 2008.
- T. Nishizeki, Md. S. Rahman: Planar Graph Drawing, World Scientific Publishing, 2004.
- R. Diestel: Graph Theory, Springer, 2010.
- G. Chartrand, L. Lesniak, P. Zhang: Graphs & Digraphs, CRC Press, 2010.
- R. Tamassia (Editor): Handbook of Graph Visualization, CRC Press, 2014.

### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Theoretische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Aktive Mitarbeit im Seminar
- Schriftliche Ausarbeitung eines Seminarthemas
- Vortrag eines Seminarthemas
- Bestehen der Klausur

### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Priv.-Doz. Dr. Frank Gurski

# Algorithmen in der Bioinformatik II

## Algorithms in Bioinformatics II

### Studiengang

Master-Studiengang Informatik

### Leistungspunkte

5 LP

### Lehrveranstaltungen

- Vorlesung „Algorithmen in der Bioinformatik II“, 2 SWS
- Übung, 2 SWS

### Inhalte

Die Veranstaltung behandelt erweiterte Konzepte der algorithmischen Bioinformatik und konzentriert sich insbesondere auf Gebiete, die in der Arbeitsgruppe Algorithmische Bioinformatik eine besondere Rolle spielen. Dies sind Themen aus den Bereichen

- Genominformatik
  - Datenstrukturen für Read-Mapping: Suffix-Bäume (Linearzeit), Suffix-Arrays (mit LCP-Arrays), Burrows-Wheeler-Transformation
  - Haplotype Phasing
  - Algorithmen für Genomgraphen
- Netzwerkbiologie
  - Biologische Netzwerke.
  - Netzwerkmodule: Clustering, aktive Module, Netzwerkalignment
  - Logische Modellierung und Verifikation
- Verschiedenes
  - Analyse von *drug/perturbation screens*
  - Modellierung mit molekularen Graphen

### Lernergebnisse/Kompetenzen

Nach der Veranstaltung werden die Studierenden in der Lage sein

- erweiterte algorithmische Konzepte der Bioinformatik aus der Genominformatik, der Netzwerkbiologie und anderen Gebieten zu beherrschen und deren theoretische Grundlagen zu verstehen;
- praktische Probleme aus diesen Bereichen durch Anwendung dieser Konzepte und eigene Implementierungen zu lösen

### Empfohlene Literatur

- ausgewählte Einzelarbeiten; diese werden im Kurs bereitgestellt

### Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlpflichtbereich Praktisch/Technische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung im Master-Studiengang Informatik
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik
- Teil eines Master-Moduls im Master-Studiengang Biologie

### Teilnahmevoraussetzungen

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

### Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

- aktive Teilnahme an den Übungen
- erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben (50%)
- abschließende Prüfung (i.d.R. schriftlich)

### Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende



## **Algorithmen in der Cheminformatik**

### **Algorithms in Cheminformatics**

#### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

5 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Algorithmen in der Cheminformatik“, 2 SWS
- Übung, 2 SWS

#### **Inhalte**

- Che
- mische & algorithmische Grundlagen
- Algorithmen auf molekularen Graphen
- Molekulare Deskriptoren
- Algorithmische Massenspektrometrie
- Monte-Carlo Simulationen
- Molekulardynamik

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Nach der Veranstaltung werden die Studierenden ein vertieftes Verständnis ausgesuchter grundlegender Techniken der Informatik und Mathematik besitzen und in der Lage sein

- klassische Algorithmen und spezielle cheminformatische Algorithmen auf (bio-)chemische Probleme anzuwenden;
- gelernte Algorithmen exemplarisch in der Programmiersprache Python umzusetzen;
- cheminformatische Software-Libraries anzuwenden;
- cheminformatische Probleme mit den vorgestellten Algorithmen selbständig lösen zu können.

#### **Empfohlene Literatur**

- Leach & Gillet: An Introduction to Chemoinformatics, Springer, 2007
- Leach: Molecular Modeling. Principles and Applications, Prentice Hall, 2nd ed., 2001
- Jensen: Introduction to Computational Chemistry, Wiley, 2007

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung im Master-Studiengang Informatik
- Anwendungsfach im Bachelor-Studiengang Mathematik und Anwendungsgebiete

#### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

#### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- aktive Teilnahme an den Übungen
- erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben
- abschließende Prüfung (i.d.R. schriftlich)

#### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Gunnar W. Klau

# **Algorithmen zur Entscheidungsfindung unplugged**

## **Decision-making Algorithms Unplugged**

### **Studiengang**

Bachelor-Studiengang Informatik

### **Leistungspunkte**

5 LP ab PO 2013, alte PO's 7,5 LP

### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Algorithmen zur Entscheidungsfindung unplugged“, 4 SWS

### **Inhalte**

Diese Veranstaltung beschäftigt sich mit verschiedenen Bereichen zur Entscheidungsfindung aus Sicht der Informatik mit einem speziellen Fokus auf „Informatik unplugged“. Ziel von Informatik unplugged ist es, fundamentale Konzepte der Informatik anhand von einzelnen Aktivitäten zu erlernen. Dabei haben alle diese Aktivitäten gemeinsam, dass keine Computer benötigt werden. In dieser Veranstaltung sollen die Studierenden zunächst dieses Gesamtkonzept kennenlernen und sich danach in Kleingruppen intensiv mit einem Thema aus dem Bereich der Entscheidungsfindung auseinandersetzen. Im Anschluss daran sollen die Teilnehmer\*innen selber unplugged Aktivitäten zu einem gewählten Thema entwickeln, und die zugrundeliegenden Konzepte den anderen Teilnehmern vorstellen. Die unplugged Aktivität soll dabei den Zugang zu einem neuen Themengebiet erleichtern. In Übungsaufgaben soll der erlernte Inhalt angewendet werden. Beispiele für Themengebiete sind Algorithmen zur Entscheidungsfindung in den Bereichen Hedonic Games, Matching oder Majority graphs.

In dieser Veranstaltung müssen Vorträge ausgearbeitet und gehalten werden, außerdem muss eine schriftliche Zusammenfassung des gewählten Themas erfolgen. Durch gegenseitige Begutachtungen sollen die Studierenden ihre Fähigkeiten im Bereich der kritischen und fairen Begutachtung erweitern.

### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltung in der Lage sein,

- das Konzept von Informatik unplugged zu erläutern.
- Informatik unplugged Aktivitäten mit anderen Teilnehmern durchzuführen, und das dahintersteckende fundamentale Konzept anschaulich zu erklären.
- neue Informatik unplugged Aktivitäten zu Algorithmen zur Entscheidungsfindung selbst zu entwickeln.
- sich einen neuen Themenbereich selbstständig zu erarbeiten.
- ein selbständig erarbeitetes Thema anschaulich zu präsentieren
- erlernte Inhalte anzuwenden

### **Empfohlene Literatur**

- Computer Science Unplugged. Tim Bell, Ian H. Witten, und Mike Fellows. Online verfügbar unter: <http://csunplugged.org>
- Abenteuer Informatik: IT zum Anfassen – von Routenplaner bis Online Banking. Jens Gallenbacher, Spektrum Akademischer Verlag, 2012.

### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung im Master-Studiengang Informatik
- Anwendungsfach im Bachelor-Studiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Physik
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Medizinische Physik

### **Teilnahmevoraussetzungen**

Erfolgreicher Abschluss folgender Module:

- „Programmierung“
- „Rechnerarchitektur“

### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- Schriftliche Ausarbeitung einer neuen unplugged Aktivität
- Vorstellen der neu erarbeiteten unplugged Aktivität
- Vorstellen der theoretischen Grundlagen zu der erarbeiteten unplugged Aktivität
- erfolgreiche Bearbeitung der wöchentlichen Übungsaufgaben
- angemessene Begutachtung einer anderen schriftlichen Zusammenfassung
- Bestehen der Prüfung am Ende der Veranstaltung über alle Themengebiete der Veranstaltung (i.d.R. Klausur, 90 Minuten)

### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Jun.-Prof. Dr. Dorothea Baumeister

# **Algorithmen zur Visualisierung von Graphen**

## **Algorithms for the Visualization of Graphs**

### **Studiengang**

Bachelor-Studiengang Informatik

### **Leistungspunkte**

5 LP

### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Algorithmen zur Visualisierung von Graphen“, 2 SWS
- Übung, 2 SWS

### **Inhalte**

Dieses Modul befasst sich mit verschiedenen Arten zur Visualisierung von Graphen und Algorithmen, welche diese konstruieren.

### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltungen in der Lage sein, die besprochenen Visualisierungen für Graphen zu erläutern, die behandelten Algorithmen zu verstehen und auf konkrete Eingaben anzuwenden.

### **Empfohlene Literatur**

- G. Di Battista, P. Eades, I.G. Tollis, R. Tamassia: Graph Drawing: Algorithms for the Visualization of Graphs, Prentice Hall, 1999.
- M. Jünger, P. Mutzel: Graph Drawing Software, Springer Verlag, 2004.
- M. Kaufmann, D. Wagner: Drawing Graphs: Methods and Models, Springer Verlag, 2001.
- T. Nishizeki, MD S. Rahman: Planar Graph Drawing, World Scientific Pub Co, 2004.

### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung im Master-Studiengang Informatik
- Anwendungsfach im Bachelor-Studiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Physik
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Medizinische Physik

### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

Aktive Mitarbeit in den Übungen, Bestehen der Klausur zum Ende des Semesters

### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Priv.-Doz. Dr. Frank Gurski

# Algorithmische Eigenschaften von Wahlsystemen I

## Algorithmic Properties of Voting Systems I

### Studiengang

Bachelor-Studiengang Informatik

### Leistungspunkte

5 LP ab PO 2013, alte PO's 7,5 LP

### Lehrveranstaltungen

- Vorlesung „Algorithmische Eigenschaften von Wahlsystemen I“, 2 SWS
- Übung, 1 SWS

### Inhalte

- Grundlagen der Social-Choice-Theorie
  - Wahlen
  - Wahlsysteme
  - Eigenschaften von Wahlsystemen
  - Einige Wahl-Paradoxa und Unmöglichkeitssätze
- Algorithmik und Komplexität von Wahlproblemen
  - Gewinnerbestimmung
  - Mögliche und notwendige Gewinner
  - Manipulation

### Lernergebnisse/Kompetenzen

Ziel in diesem Modul ist es, den Studierenden Einblicke in einige der wichtigsten Themen, Resultate, Modellbildungen und Methoden aus dem jungen, sich rasant entwickelnden, interdisziplinären Gebiet *Computational Social Choice* zu vermitteln, welches derzeit in der Abteilung „Komplexitätstheorie und Kryptologie“ (Prof. Jörg Rothe und Jun.-Prof. Dorothea Baumeister) intensiv in der Forschung bearbeitet wird, und in dem bevorzugt Themen für Bachelor- und Master-Arbeiten ausgegeben werden. Am Ende der Veranstaltung sollten Studierende die wichtigsten Wahlverfahren und ihre „social-choice“-theoretischen Eigenschaften sowie die damit im Zusammenhang stehenden Entscheidungsprobleme (Gewinnerbestimmung, Manipulation usw.) und die zu ihrer Lösung entwickelten Algorithmen und algorithmischen Techniken nicht nur kennen, sondern sie auch selbstständig modifizieren und anwenden können. Ebenso sollten sie die Komplexität dieser Probleme formal bestimmen und beschreiben können.

### Empfohlene Literatur

- Jörg Rothe (ed.): *Economics and Computation: An Introduction to Algorithmic Game Theory, Computational Social Choice, and Fair Division*, Springer-Verlag, 2015.

*Eine kürzere deutsche Version dieses Buches erschien als:*

- Jörg Rothe, Dorothea Baumeister, Claudia Lindner und Irene Rothe: *Einführung in Computational Social Choice. Individuelle Strategien und kollektive Entscheidungen beim Spielen, Wählen und Teilen*, Spektrum Akademischer Verlag (Springer), 2011.

### Ergänzende Literatur

- Piotr Faliszewski, Lane A. Hemaspaandra, Edith Hemaspaandra, and Jörg Rothe: A Richer Understanding of the Complexity of Election Systems, Chapter 14 in: „Fundamental Problems in Computing: Essays in Honor of Professor Daniel J. Rosenkrantz,” pp. 375-406, S. Ravi and S. Shukla (eds.), Springer, 2009.
- Felix Brandt, Vincent Conitzer, Ulle Endriss, Jerome Lang, and Ariel Procaccia (eds.): *Handbook of Computational Social Choice*, Cambridge University Press, 2015.
- Steven J. Brams and Peter C. Fishburn: Voting Procedures, Chapter 4 in: „Handbook of Social Choice and Welfare,” Kenneth J. Arrow, Amartya Sen, and Kotaro Suzumura (eds.), North-Holland, 2002.

### Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlpflichtbereich

- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung im Master-Studiengang Informatik
- Anwendungsfach im Bachelor-Studiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Physik
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Medizinische Physik

### **Teilnahmevoraussetzungen**

Keine

### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben
- Bestehen der schriftlichen Prüfung (Klausur) oder der mündlichen Prüfung

### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Jörg Rothe

## Algorithmische Eigenschaften von Wahlsystemen II

### Algorithmic Properties of Voting Systems II

#### Studiengang

Master-Studiengang Informatik

#### Leistungspunkte

5 LP ab PO 2015, alte PO 7,5 LP

#### Lehrveranstaltungen

- Vorlesung „Algorithmische Eigenschaften von Wahlsystemen II“, 2 SWS
- Übung, 1 SWS

#### Inhalte

- Grundlagen der Social-Choice-Theorie
  - Wiederholung: Wahlen und Wahlsysteme
  - Wiederholung: Eigenschaften von Wahlsystemen und einige Wahl-Paradoxa und Unmöglichkeitssätze
- Algorithmik und Komplexität von Wahlproblemen
  - Wiederholung: Gewinnerbestimmung, mögliche und notwendige Gewinner und Manipulation
  - Wahlkontrolle
  - Bestechung

#### Lernergebnisse/Kompetenzen

Ziel in diesem Modul ist es, den Studierenden Einblicke in einige der wichtigsten Themen, Resultate, Modellbildungen und Methoden aus dem jungen, sich rasant entwickelnden, interdisziplinären Gebiet *Computational Social Choice* zu vermitteln, welches derzeit in der Abteilung „Komplexitätstheorie und Kryptologie“ (Prof. Jörg Rothe und Jun.-Prof. Dorothea Baumeister) intensiv in der Forschung bearbeitet wird und in dem bevorzugt Themen für Bachelor- und Master-Arbeiten ausgegeben werden. Am Ende der Veranstaltung sollten Studierende die wichtigsten Wahlverfahren und ihre „social-choice“-theoretischen Eigenschaften sowie die damit im Zusammenhang stehenden Entscheidungsprobleme (Wahlkontrolle, Bestechung usw.) und die zu ihrer Lösung entwickelten Algorithmen und algorithmischen Techniken nicht nur kennen, sondern sie auch selbstständig modifizieren und anwenden können. Ebenso sollten sie die Komplexität dieser Probleme formal bestimmen und beschreiben können.

#### Empfohlene Literatur

- Jörg Rothe (ed.): *Economics and Computation: An Introduction to Algorithmic Game Theory, Computational Social Choice, and Fair Division*, Springer-Verlag, 2015.  
*Eine kürzere deutsche Version dieses Buches erschien als:*
- Jörg Rothe, Dorothea Baumeister, Claudia Lindner und Irene Rothe: *Einführung in Computational Social Choice. Individuelle Strategien und kollektive Entscheidungen beim Spielen, Wählen und Teilen*, Spektrum Akademischer Verlag (Springer), 2011.

#### Ergänzende Literatur

- Piotr Faliszewski, Lane A. Hemaspaandra, Edith Hemaspaandra, and Jörg Rothe: A Richer Understanding of the Complexity of Election Systems, Chapter 14 in: „Fundamental Problems in Computing: Essays in Honor of Professor Daniel J. Rosenkrantz,” pp. 375-406, S. Ravi and S. Shukla (eds.), Springer, 2009.
- Piotr Faliszewski und Jörg Rothe: Control and Bribery in Voting, Chapter 7 in: „Handbook of Computational Social Choice,” Felix Brandt, Vincent Conitzer, Ulle Endriss, Jerome Lang, and Ariel Procaccia (eds.), Cambridge University Press, 2015.
- Steven J. Brams and Peter C. Fishburn: Voting Procedures, Chapter 4 in: „Handbook of Social Choice and Welfare,” Kenneth J. Arrow, Amartya Sen, and Kotaro Suzumura (eds.), North-Holland, 2002.

#### Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlpflichtbereich Theoretische Informatik
- Schwerpunktbereich

- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben
- Bestehen der schriftlichen Prüfung (Klausur) oder der mündlichen Prüfung

### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Jörg Rothe

## **Android-Programmierung**

### **Android Programming**

#### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

5 LP ab PO 2015, alte PO 7,5 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Android-Programmierung“, 2 SWS
- Seminar/Praktische Übung, 2 SWS

#### **Inhalte**

- Java
- Grundgerüst einer Android-Anwendung
- Activities & Fragments
- Grafik & Animation
- Eingabeereignisse
- Persistenz und Speicherverwaltung
- Intents & Broadcast Receivers
- Netzwerk
- Native-C (Subkomponente?)
- Erarbeitung eines Anwendungskonzeptes
- Packages (.apk), Libraries (.aar)
- In-App-Purchases

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltungen in der Lage sein,

- mit Hilfe von Java (und Native-C) Android-Anwendungen zu programmieren
- Android Studio als Entwicklungsumgebung anzuwenden
- Anwendungskonzepte zu erarbeiten und umzusetzen
- grundlegende Netzwerkkommunikation zu programmieren
- mit den gewonnenen Kenntnissen das Software-Projekt zu konzipieren und zu realisieren

#### **Literatur**

- Zigurd Mednieks et al., „Android Programmierung“, O'Reilly, 2013
- Arno Becker, Marcus Pant, „Android - Grundlagen und Programmierung“, dpunkt, 2010
- Android Developer Homepage

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Praktische oder Technische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

#### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

#### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- Erfolgreiche Bearbeitung der Pflichtübungen
- Erfolgreiche Entwicklung einer Android-Anwendung
- Bestehen der Klausur

#### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Jun- Prof. Dr. Kálmán Graffi und Mitarbeiter



## **Angewandte Bioinformatik**

### **Applied Bioinformatics**

#### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

5 LP ab PO 2015, alte PO 7,5 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Angewandte Bioinformatik“, 2 SWS
- Praktikum, 4 SWS

#### **Inhalte**

- Python mit Fokus auf Anwendungen in bioinformatischer “Data Science”
- Workflowmanagement: Snakemake
- Analyse von High-Throughput-Sequencing Daten
- Genome Assembly
- Read Mapping
- Analyse biologischer Netzwerke
- Bestimmung evolutionär verwandter Gene (Orthologe)
- Berechnung von Stammbäumen
- Identifizierung von Genen, die Zeichen natürlicher Auslese zeigen (dN/dS)
- Modellierung der Evolution von DANN-Sequenzen

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Die Studierenden verstehen die Grundlagen der vergleichenden Genomik und sind in der Lage, eigenständig Analysen von DNA-Sequenzdaten durchzuführen. Die Studierenden verstehen zugrundeliegende Konzepte fortgeschrittener bioinformatischer Analyse-Pipelines und können diese anwenden. Sie sind in der Lage, eigene Schritte dieser Pipelines zu implementieren wie zum Beispiel einen eigenen, einfachen Assembler. Sie verstehen die Herausforderungen der Anwendungen und die Grenzen der bestehenden Ansätze.

#### **Basisliteratur**

Wird im Rahmen der Vorlesung vorgestellt

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung im Master-Studiengang Informatik
- Anwendungsfach im Bachelor-Studiengang Mathematik und Anwendungsgebiete

#### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

#### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum
- Rechtzeitige Abgabe von erstellten Programmen / Protokollen, die den Anforderungen wissenschaftlicher Arbeit entsprechen
- Bestehen der Abschlussprüfung

#### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Gunnar W. Klau, Prof. Dr. Martin Lercher

## **Approximative Algorithmen**

### **Approximate Algorithms**

#### **Studiengang**

Bachelor-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

5 LP ab PO 2013, alte PO's 7,5 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Approximative Algorithmen“, 2 SWS
- Übung, 2 SWS

#### **Inhalte**

Dieses Modul befasst sich mit den folgenden schweren Optimierungsproblemen, für die es vermutlich keine effizienten Algorithmen gibt, und stellt verschiedene Näherungslösungen für diese Probleme vor.

- Metric Traveling Salesman
- Job Scheduling
- Knapsack
- Bin Packing

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltungen in der Lage sein,

- die besprochenen schweren Optimierungsprobleme zu erläutern und
- die behandelten Approximationsalgorithmen auf konkrete Eingaben anzuwenden

#### **Literatur**

- K. Jansen, M. Margraf: Approximative Algorithmen und Nichtapproximierbarkeit, de Gruyter Verlag, 2008.
- R. Wanka: Approximationsalgorithmen, Teubner Verlag, 2006.

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung im Master-Studiengang Informatik
- Anwendungsfach im Bachelor-Studiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Physik
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Medizinische Physik

#### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

Aktive Mitarbeit in den Übungen, Bestehen der Klausur zum Ende des Semesters

#### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Priv.-Doz. Dr. Frank Gurski

## **Betriebssysteme**

### **Operating Systems**

#### **Studiengang**

Bachelor-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

5 LP ab PO 2013, alte PO's 7,5 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Betriebssysteme“, 2 SWS
- Übung/Seminar, 2 SWS

#### **Inhalte**

- Architekturformen: monolithisch, geschichtet, Mikrokern, Client/Server
- Speicher: Segmentierung, Paging, Garbage Collection
- Nebenläufigkeit: Schedulingstrategien, Prozesse, Threads, Interrupts
- Synchronisierung: Semaphore, klassische Problemstellungen, Verklemmungen
- Dateisysteme: FAT, UNIX, EXT, NTFS
- Kommunikation: Signale, Pipes, Sockets
- Sicherheit: HW-Schutz
- Fallstudien, u.a. Linux, Microsoft Windows

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltungen in der Lage sein,

- Betriebssystembegriffe zu nennen und zu erläutern
- Speicherverwaltungstechniken (physikalisch, virtuell, Segmentierung und Paging) auf gegebene Beispiele anzuwenden und zu bewerten.
- Schedulingstrategien anzuwenden und zu bewerten.
- Synchronisierungsprobleme in parallelen Threads zu erkennen und eigene Synchronisierungslösungen zu konzipieren
- Interprozesskommunikation anzuwenden
- grundlegende Betriebssystemkonzepte in modernen Desktop-Betriebssystemen in eigenen Worten erklären zu können

#### **Empfohlene Literatur**

- Andrew S. Tanenbaum: „Modern Operating Systems“, 4. Auflage, Prentice Hall, 2014.

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung im Master-Studiengang Informatik
- Anwendungsfach im Bachelor-Studiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Physik
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Medizinische Physik

#### **Teilnahmevoraussetzungen**

Erfolgreicher Abschluss folgender Module:

- „Programmierung“
- „Rechnerarchitektur“

#### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

Erfolgreiche Teilnahme an der Prüfung am Ende der Veranstaltung.

#### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Michael Schöttner

## **Betriebssysteme Vertiefung Advanced Operating Systems**

### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

### **Leistungspunkte**

10 LP

### **Lehrveranstaltungen**

- Seminar „Betriebssysteme Vertiefung“, 2 SWS
- Praktische Übungen, 6 SWS

### **Inhalte**

Dieses Modul baut auf dem eigenen Betriebssystem HHUos auf, welches im Modul „Betriebssystem-Entwicklung“ entwickelt wird. HHUos ist ein natives Betriebssystem für die IA32-Architektur. Die Studierenden entwickeln eine oder mehrere fortführende Komponenten für HHUos in C++/C/Assembler. Diese Komponenten sollen am Ende in HHUos integriert und dokumentiert werden. Im Rahmen des wöchentlichen Seminars werden Konzepte und Entwicklungen diskutiert, sowohl aus der Literatur, als auch eigene Ideen.

### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltungen in der Lage sein,

- Betriebssystem-Konzepte in eigenen Worten zu erklären
- die Programmiersprache C++/C/Assembler für IA32(e) anzuwenden
- fortführende Betriebssystemfunktionen und Hardware-Treiber selbst zu entwickeln

### **Literatur**

- H. P. Messmer und K. Dembowski, PC-Hardwarebuch, Addison-Wesley 2006
- Intel Corporation, Intel Architecture Software Developer's Manual
- Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Praktische oder Technische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

### **Teilnahmevoraussetzungen**

Nur für Master-Studierende:

- „Betriebssystem-Entwicklung“

### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- Erfolgreiche Entwicklung nativer Betriebssystem-Komponenten
- Aktive und regelmäßige Teilnahme am wöchentlichen Seminar
- Abschließende mündliche Prüfung am Ende des Semesters

### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Michael Schöttner

## **Big Data Techniques, Technologies and Trends**

### **Big Data Techniques, Technologies, and Trends**

#### **Course of studies**

Master of Computer Science

#### **Credit points**

5 LP for all PO's

#### **Course**

- Lecture „Big Data Techniques, Technologies and Trends“, 2 SWS
- Hands-on exercises, 2 SWS

#### **Content description**

Course description: Big Data is one of the main buzz words nowadays, being a primary focus both for academic research and for industry. Big Data has emerged as a revolution driven by the continuous increasing volumes of data that are being collected at increasing velocities from various source: social networks, IoT, scientific simulations, finance, weather forecasting, etc. Tackling such challenges, commonly referred to as the V's of Big Data, has led to the development of a plethora of technologies and concepts. Batch and stream processing are the main classes of dealing with the data, which can be either offline or in real time. Starting from these two categories, different programming models such as MapReduce or reactive programming have been recently proposed. Additionally multiple technologies have been, and are developed to facilitate the processing and the data management of Big Data scenarios: HDFS, MapReduce, Spark, Storm, Flink, Kafka, HBase, Hive, etc. All these form today the Hadoop ecosystem. This course aims to give an introduction to technologies and concepts that build the Hadoop ecosystem, both as lecture courses and practical sessions. From the point of view of the lecture courses the focus lays with giving the theoretical backgrounds of the concepts and mechanisms that enable Big Data processing. The course will present the different programming models, strategies to deal with large data sets or with data sets on the fly (e.g., MapReduce and MapReduce pipelines, Stream topologies, Windows, SQL and Hive Queries and interactive queries). From the point of view of the practical sessions the objective is to make the students familiar with the main Big Data processing tools used today in industry such as MapReduce, HDFS, Spark, Flink, HBase, Kafka. At the end of the course the students will have a good understanding of feasible approaches to address various Big Data scenarios as well as hands-on experience with some of the most commonly used Hadoop tools.

Course Topics to be addressed:

- Overview of Big Data: what it is, why it has emerged and future trends
- Data models and large scale infrastructures (cluster, grid, cloud, HPC)
- Batch processing
  - Distributed storage systems concepts: GFC, HDFS and Cloud Public Storage (Azure Blobs and AWS S3)
  - NoSQL storage and distributed message queues
  - Google MapReduce programming model and Hadoop MapReduce
  - High level semantics processing tools for offline data: Spark, Hive, Pig, Flink
- Stream processing:
  - Stream overview: what it is and what are the main difference with respect to batch processing,
  - Stream concepts for data processing: operators, windows, sinks, ETLs
- Project topics

Evaluation:

- Project: A topic will be chosen from multiple available ones (sentiment analysis, twitter trends analysis, internet/social media search, ...)
- Solution: A software solution will be design, built and delivered as the outcome of the project.
- Technology: The solution will be built using multiple advanced technologies covered in the course.
- Evaluation: The solution design will be presented together with a demo to show the specific use case.

#### **Study results/competences**

The result after completion of this course is that the students will:

- Have an overview of the principles of Big Data analytics
- Have an understanding of the data analytics ecosystem
- Have knowledge about the Big Data technologies most used in industry and research
- Have practical experience with Big Data tools from the Hadoop ecosystem, which will give competitive advantage for getting jobs in the domain
- Have a reference project in the area of Big Data that they can showcase in the future to prove their practical experience for industry

### **Literature**

Literature will be given during the lecture

### **Module usage**

- Compulsory module in the area of practical and technical computer science
- As focus module
- Individual complementary module
- Application module for the complementary area in the Master studies mathematics

### **Prerequisites**

Bachelor students must have been passed the following modules:

- „Programmierung“
- „Rechnerarchitektur“
- „Algorithmen und Datenstrukturen“
- „Theoretische Informatik“

### **Requirements for credit points**

- Successful participation in hands-on exercises
- Submission of a final software project (base for grade)

### **Lecturer**

Dr. Radu Tudoran (Huawei, Munich)

## **Blockchain**

## **Blockchain**

### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

### **Leistungspunkte**

5 LP

### **Lehrveranstaltungen**

- Seminar „Blockchain“, 2 SWS
- Übung, 2 SWS
- Eigenarbeit

### **Inhalte**

Mit einer Blockchain kann man ein dezentrales Buchführungssystem aufsetzen. Die Blockchain Technologie besitzt viele verschiedene praktische Anwendungen in sicherheitskritischen Systemen, die bekannteste ist wahrscheinlich die Kryptowährung Bitcoin. In diesem Modul werden folgende Inhalte abgedeckt:

- Grundlagen der Blockchain Technologie
- Formale Modellierung der Blockchain Technologie
- Praktische Anwendungen der Blockchain (Fintech, Energiemarkt, Verwaltungsprozesse, Gesundheitswesen, ...)
- Kryptowährungen (Bitcoin, Ethereum, Iota, ...)
- Smart Contracts
- Praktische Experimente, prototypische Umsetzung einer eigenen Blockchain
- Risiken

### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltungen in der Lage sein,

- Das Funktionsprinzip einer Blockchain verstanden zu haben
- Die Einsatzgebiete und Grenzen der Blockchain Technologie einschätzen können
- Eigene Blockchain Anwendungen prototypisch umsetzen können

### **Literatur**

Relevante Publikationen werden in der Vorlesung bekannt gegeben

### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Praktische oder Technische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

### **Teilnahmevoraussetzungen**

- Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.
- Platzvergabe nach Studienleistungen (Anzahl an STUPS-Scheinen)

### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- aktive und erfolgreiche Mitwirkung in dem Seminar
- eigener Seminarvortrag
- erfolgreiche Umsetzung einer praktischen Aufgabe
- schriftliche Prüfung (Klausur, i.d.R. 90 Minuten)

### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Michael Leuschel

## Cake-cutting Algorithms

## Cake-cutting Algorithms

### Studiengang

Master-Studiengang Informatik

### Leistungspunkte

5 LP ab PO 2015, alte PO 7,5 LP

### Lehrveranstaltungen

- Vorlesung „Cake-cutting Algorithms“, 2 SWS
- Übung, 1 SWS

### Inhalte

- Grundlagen
- Bewertungskriterien
  - Fairness
  - Effizienz
  - Manipulation
  - Laufzeit
- Cake-cutting-Protokolle
  - Zwei neidfreie Protokolle für zwei Spieler
  - Proportionale Protokolle für beliebig viele Spieler
  - Überproportionale Protokolle für beliebig viele Spieler
  - Eine Hochzeitsfeier im Königshaus: Aufteilung in ungleiche Anteile
  - Neidfreie Protokolle für drei und vier Spieler
  - Versalzene Sahnetorte: Dirty-Work-Protokolle
  - Gekrümel vermeiden: Minimierung der Schnittanzahl
  - Der Grad der garantierten Neidfreiheit
  - Übersicht über einige Cake-cutting-Protokolle

### Lernergebnisse/Kompetenzen

Ziel in diesem Modul ist es, den Studierenden Einblicke in einige der wichtigsten Themen, Resultate, Modellbildungen und Methoden aus dem Gebiet *Fair Division* zu vermitteln, welches derzeit in der Abteilung „Komplexitätstheorie und Kryptologie“ (Prof. Jörg Rothe und Jun.-Prof. Dorothea Baumeister) intensiv in der Forschung bearbeitet wird und in dem bevorzugt Themen für Bachelor- und Master-Arbeiten ausgegeben werden. Am Ende der Veranstaltung sollten Studierende die wichtigsten Eigenschaften von gerechten Aufteilungsverfahren für eine teilbare Ressource (Proportionalität, Neidfreiheit usw.) kennen und die dafür entwickelten Protokolle und algorithmischen Techniken nicht nur kennen, sondern sie auch selbstständig modifizieren und anwenden können. Insbesondere sollten sie in der Lage sein, über die Eigenschaften von Verfahren zur gerechten Aufteilung formal zu argumentieren und selbstständig solche Verfahren zu entwerfen und zu bewerten.

### Empfohlene Literatur

- Jörg Rothe (ed.): Economics and Computation: An Introduction to Algorithmic Game Theory, Computational Social Choice, and Fair Division, Springer-Verlag, 2015.

*Eine kürzere deutsche Version dieses Buches erschien als:*

- Jörg Rothe, Dorothea Baumeister, Claudia Lindner und Irene Rothe: Einführung in Computational Social Choice. Individuelle Strategien und kollektive Entscheidungen beim Spielen, Wählen und Teilen, Spektrum Akademischer Verlag (Springer), 2011.

### Ergänzende Literatur

- Jack Robertson and William Webb: Cake-Cutting Algorithms: Be Fair if You Can, A K Peters, 1998.
- Steven J. Brams and Alan D. Taylor: Fair Division: From Cake-Cutting to Dispute Resolution, Cambridge University Press, 1996.

### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Theoretische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben
- Bestehen der schriftlichen Prüfung (Klausur) oder der mündlichen Prüfung

### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Jörg Rothe

## **Causality**

## **Causality**

### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

### **Leistungspunkte**

5 LP ab PO 2015, alte PO 7,5 LP

### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Causality“, 2 SWS
- Übung, 2 SWS

### **Inhalte**

Dieses Modul vermittelt grundlegendes Wissen zu folgenden Themen:

- Directed acyclic graphs, causal graphs
- Conditional independence
- PC algorithm
- Structural equation models
- Additive noise models
- Interventions
- Counterfactuals
- Markov equivalence
- Faithfulness
- Distinguishing cause and effect

### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltung in der Lage sein,

- die Grundlagen der kausalen Inferenz zu beschreiben und anzuwenden
- die mathematische Beschreibung dieser Grundlagen und verschiedene Algorithmen zu erklären und Sachverhalte darüber zu beweisen
- die Grundlagen und verschiedene Algorithmen anzuwenden, um selbstständig Problemstellungen der kausalen Inferenz zu bearbeiten.

### **Empfohlene Literatur**

Es wird nicht ein bestimmtes Lehrbuch verwendet, jedoch sind folgende Bücher hilfreich:

- Spirtes/Glymour/Scheines, Causation, Prediction, and Search, MIT 2000
- Pearl: Causality, Cambridge 2000

### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Theoretische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik
- Wahlbereich im Master-Studiengang Artificial Intelligence and Data Science

### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- Aktive und erfolgreiche Mitwirkung in den Übungen;
- Prüfung zu Vorlesung und Übungen am Ende des Semesters

### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Stefan Harmeling

# Computational Systems Biology

## Computational Systems Biology

### Studiengang

Master-Studiengang Informatik

### Leistungspunkte

5 LP

### Lehrveranstaltungen

- Vorlesung „Computational Systems Biology“ (in englischer Sprache), 2 SWS
- Praktikum und Übung (in englischer Sprache), 2 SWS

### Inhalte

- Simple models of population dynamics
  - Exponential and logistic growth
  - Two-species model: Antibiotic resistance
  - Populations in fluctuating environments: Endosymbiotic theory
- Control of protein expression
  - Transcription and statistics of protein binding to DNA
  - Statistical analysis of transcription regulation by proteins
  - Modeling gene-regulatory circuits with differential equations
- Information content of DNA sequences
  - Information and sequence logo
  - Calculating binding energy from sequence
  - Recognizing DNA sequences in the context of the whole genome
- Modeling cellular tradeoffs in bacterial growth
  - Chemical kinetics, Michaelis-Menten mechanism
  - Interdependence of cell growth and protein production
  - Optimization of the bacterial growth rate

### Lernergebnisse/Kompetenzen

After successfully completing the course students will be able to

- model the growth/decay of bacterial populations with ordinary differential equations;
- reason about fundamental biological processes, such as protein-DNA binding, gene expression, and metabolic transformations in terms of the relevant spatial, temporal and energetic scales;
- formulate simple physical/mathematical models of genetic and metabolic networks in terms of ordinary differential equations;
- numerically simulate and analyze these models using Python;
- relate the outcomes of these analyses to experimental measurements by generating meaningful scientific plots.

### Literatur

In addition to the original research literature that will be given in the lectures, some chapters of the following textbooks will be covered in detail:

- Rob Phillips, Jane Kondev, Julie Theriot, Hernan G. Garcia: *Physical Biology of the Cell*, Garland Science, 2nd edition, 2016.
- Brian P. Ingalls: *Mathematical Modeling in Systems Biology - An Introduction*, MIT Press, 2013.
- David S. Goodsell: *The Machinery of Life*, 2nd ed., Springer Science+Business Media, 2009.
- Nick Lane: *Power, Sex, Suicide*, Oxford University Press, 2006.
- Gerhart Kirschner: *The Plausibility of Life*, Yale University Press, 2005.

### Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlpflichtbereich Praktische oder Technische Informatik
- Schwerpunktbereich

- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum
- Regelmäßige Abgabe der Lösungen zu Übungsaufgaben
- Erfolgreiche Bearbeitung von zwei gesonderten Aufgabenzetteln (Hausarbeiten)
- Bestehen der Abschlussprüfung

### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Dr. Deniz Sezer

## **Data Warehouses**

### **Data Warehouses**

#### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

5 LP ab PO 2015, alte PO 7,5 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Data Warehouses“, 2 SWS
- Theoretische und Praktische Übungen, 2 SWS

#### **Inhalte**

- Anwendungsbereiche
- Data Warehouse–Architektur
- Multidimensionales Datenmodell, Entwurf von Data Warehouses (MOLAP vs. ROLAP; Star- oder Snowflake-Schema)
- Anfragebearbeitung und -optimierung
- Materialisierung von Aggregationssichten
- multidimensionale Index- und Speicherstrukturen
- Extraktion, Transformation, Laden; Data Cleaning
- OLAP und Data Mining

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltungen in der Lage sein:

- die Architektur eines Data Warehouse-Systems und ihre Komponenten zu erläutern
- relationale Data Warehouses zu entwerfen
- für ein zu entwickelndes Data Warehouse zu entscheiden, welche Indexstrukturen genutzt werden können
- zu entscheiden, welche Sichten materialisiert werden sollten

#### **Empfohlene Literatur**

- W. Lehner: Datenbanktechnologie für Data-Warehouse-Systeme. dpunkt-verlag, 2003.
- H. Bauer, A. Günzel (Hrsg.): Data Warehouse Systeme. 4. Aufl.; dpunkt-verlag, 2013

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Praktische oder Technische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

#### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

#### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- aktive Teilnahme an den Übungen
- erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben
- abschließende Prüfung (i.d.R. mündlich)

#### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Stefan Conrad

## **Datenbanksysteme**

### **Database Systems**

#### **Studiengang**

Bachelor-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

10 LP ab PO 2013, alte PO's 15 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Datenbanksysteme“, 4 SWS
- Übung, 2 SWS
- Praktische Übung bzw. Praktikum, 2 SWS

#### **Inhalte**

Dieses Modul vermittelt grundlegende Kenntnisse zu Datenbanksystemen. Der Schwerpunkt liegt auf relationalen Datenbanksystemen. Neben den verschiedenen Phasen des Datenbankentwurfs werden ausführlich Anfragen und Anwendungsprogrammierung behandelt. Darüber hinaus werden weitere Themen (u.a. Architektur, Transaktionsverwaltung, Anfrageoptimierung) angesprochen. Im Einzelnen werden behandelt:

- Aufgaben eines Datenbanksystems
- Architektur von Datenbanksystemen
- Daten(bank)modelle; hierarchische Modelle, Netzwerkmodell, Relationales Modell
- Anfragesprachen für relationale Datenbanken und ihre Grundlagen; Relationale Algebra, Tupel- und Bereichskalkül, QBE, SQL
- konzeptioneller Datenbankentwurf
- logischer Datenbankentwurf; Normalisierung
- Datenbankanwendungsprogrammierung; Datenbankanbindung im Web
- Transaktionen und Grundlagen der Transaktionsverwaltung
- Anfrageverarbeitung und -optimierung

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltungen in der Lage sein,

- die Aufgaben und Funktionen eines Datenbanksystems zu nennen und zu erläutern
- selbstständig Datenbanken zu entwerfen,
- Datenbankanfragen in verschiedenen Formalismen (SQL, Relationenalgebra, Tupelkalkül) zu formulieren und die Effizienz der Auswertung verschiedener Formulierungen zu bewerten,
- Datenbankanwendungen zu programmieren,
- die grundlegenden Aspekte der Transaktionsverwaltung Nebenläufigkeit und der Synchronisierung zu verstehen

#### **Literatur**

- Heuer, A., Saake, G., Sattler, K.-U.: Datenbanken - Konzepte und Sprachen. 5. Aufl., mitp-Verlag, Bonn, 2013
- Vossen, G.; Datenbankmodelle, Datenbanksprachen und Datenbankmanagement-Systeme. 5. Aufl., Oldenbourg, München, 2008
- Kemper, A., Eickler, A.; Datenbanksysteme --Eine Einführung. 9. Aufl., Oldenbourg, München, 2013
- Elmasri, R.; Navathe, S.B.; Fundamentals of Database Systems, Addison-Wesley / Pearson, 2011
- Date, C.J.; An Introduction to Database Systems, 8/e; Addison-Wesley / Pearson, 2004
- Garcia-Molina, H., Ullman, J.D., Widom, J.; Database Systems: The Complete Book. 2/e, Prentice Hall / Pearson, 2009

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung im Master-Studiengang Informatik
- Anwendungsfach im Bachelor-Studiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Physik

- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Medizinische Physik
- Modul D3 im Studienbereich Informatik (D) im Integrativen Bachelor-Studiengang Sprachtechnologie und Informationswissenschaft

### **Teilnahmevoraussetzungen**

Erfolgreicher Abschluss folgender Module:

- „Programmierung“
- „Rechnerarchitektur“

Wünschenswert sind zudem fundierte Kenntnisse aus dem Modul Algorithmen und Datenstrukturen

### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen (in der Regel mit Hausaufgaben)
- erfolgreicher Abschluss der Praktischen Übungen durch ein kleines Projekt, in dem eine Aufgabe mit Datenbankentwurf und Datenbankanwendungsprogrammierung zu bearbeiten ist
- schriftliche Prüfung (Klausur, i.d.R. 90 Minuten)

### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Stefan Conrad

## **Effiziente Algorithmen**

### **Efficient Algorithms**

#### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

5 LP ab PO 2015, alte PO 7,5 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Effiziente Algorithmen“, 2 SWS
- Übung, 2 SWS

#### **Inhalte**

In diesem Modul werden Algorithmen für effizient lösbare Probleme betrachtet. Anhand fundamentaler Verfahren werden die Prinzipien des Entwurfs und der Analyse von Algorithmen erklärt. Hierzu werden folgende Themen betrachtet.

- Algorithmenentwurfstechniken
- Algebraische und Zahlentheoretische Probleme
- Sortiernetze
- Sortieren auf Prozessorfeldern
- Lineare Programmierung

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltungen in der Lage sein,

- die besprochenen Probleme zu erläutern und formal zu definieren
- die behandelten Algorithmen zu verstehen und auf konkrete Eingaben anzuwenden
- die erlernten Methoden für den Entwurf und die Analyse von effizienten Algorithmen anzuwenden
- für vorgegebene Probleme eigenständig Vergleichernetze zu konstruieren
- zu Optimierungsproblemen eine Formulierung als Lineares Programm zu konzipieren

#### **Literatur**

- N. Blum: Algorithmen und Datenstrukturen, Oldenbourg Verlag, 2004.
- T.H. Cormen, C.E. Leiserson, R.L. Rivest et al.: Algorithmen - Eine Einführung, Oldenbourg Verlag, 2007.
- V. Heun: Grundlegende Algorithmen, Teubner Verlag, 2003.
- H.-W. Lang: Algorithmen, Oldenbourg Verlag, 2006.
- U. Schöning: Algorithmen, Spektrum Akademischer Verlag, 2001.

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Theoretische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

#### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

#### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

Aktive Mitarbeit in den Übungen, Abgabe der Übungsaufgaben, Bestehen der Klausur zum Ende des Semesters

#### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Priv.-Doz. Dr. Frank Gurski

## **Einführung in die Geoinformatik**

### **Introduction to Geoinformatics**

#### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

5 LP ab PO 2015, alte PO 7,5 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Geoinformatik“, 2 SWS
- Übung, 2 SWS (im Block)

#### **Inhalte**

- Erfassung und Aufbereitung von Geodaten
- Datenstrukturen (Raster, Vektor usw.)
- Grundlagen der Bildverarbeitung
- Koordinatensysteme und –transformationen
- Georeferenzierung
- Räumliche Analysen
- Datenverschneidung
- Räumliche Interpolationsverfahren, Geländemodelle

#### **Lernergebnisse / Kompetenzen**

Die Geoinformatik befasst sich im weitesten Sinn mit der Erfassung, Aufbereitung, Analyse und Präsentation von räumlichen Daten. Der Raumbezug erfolgt dabei über Weltkoordinaten und kann beispielsweise per GPS hergestellt werden. Nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung sollen die Studierenden

- die wichtigsten Koordinatensysteme und Kartennetzentwürfe inklusive der mathematischen Hintergründe verstanden haben,
- die gebräuchlichen Datenstrukturen (Raster, Vektor, Attribute) mit ihren Anwendungsfällen und Vor- und Nachteilen kennen und erläutern können,
- das Georeferenzieren und Verschneiden von Vektor- und Rasterdaten beherrschen sowie
- grundlegende Verfahren der räumlichen Analyse anwenden können.

#### **Literatur**

- Norbert Bartelme: Geoinformatik. Modelle, Strukturen, Funktionen. Springer.
- Ralf Bill: Grundlagen der Geo-Informationssysteme. Wichmann.
- Norbert de Lange: Geoinformatik in Theorie und Praxis. Springer.

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Praktische oder Technische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

#### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

#### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

Regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung der Aufgaben, schriftliche Prüfung (Klausur, 90 Minuten).

#### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

PD Dr. Dr.-Ing. Wilfried Linder

# **Einführung Rechnernetze, Datenbanken und Betriebssysteme**

## **Introduction to Computer Networks, Databases, and Operating Systems**

### **Studiengang**

Bachelor-Studiengang Informatik

### **Leistungspunkte**

5 LP

### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Einführung Rechnernetze, Datenbanken und Betriebssysteme“, 2 SWS
- Übung, 1 SWS
- Selbststudium, 100h

### **Inhalte**

Die Vorlesung gibt einen Überblick über verschiedene Themen der praktischen Informatik. In der Übung werden diese Inhalte eingeübt.

- Aufbau und grundlegende Funktionsweise des Internets
- Socketprogrammierung
- Speicherverwaltung (virtueller Speicher, Heap, Stack)
- Grundlegende Funktionsweise von Dateisystemen
- Nebenläufigkeit (Threads, Scheduling, Synchronisierung)
- Entity-Relationship-Modellierung
- Relationenmodell
- Grundlagen von SQL

### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Veranstaltungen dieses Moduls können die Studierenden

- die wichtigsten Komponenten des Internets benennen,
- sowie deren Beziehungen untereinander und Ihre grundsätzliche Funktion beschreiben,
- einfache Programme mit Netzwerknutzung schreiben,
- grundlegende Funktionen eines Betriebssystems benennen und erläutern,
- einfache nebenläufige Programme schreiben,
- die Aufgaben eines Datenbanksystems benennen,
- Datenbanken in Form von ER Modellen darstellen und
- einfache Datenbankabfragen in SQL schreiben.

### **Empfohlene Literatur**

- J. F. Kurose, K. W. Ross: Computer Networking – A Top-Down Approach Featuring the Internet; 6th Edition; Pearson, 2012
- A. Heuer, G. Saake, K.-U. Sattler: Datenbanken – Konzepte und Sprachen, 5. Aufl., mitp-Verlag, Bonn, 2013
- A. Tanenbaum: Modern Operating Systems, 4. Aufl., Prentice Hall, 2014.
- W. Stallings, Operating Systems: Internals and Design Principles, Prentice Hall, 8. Aufl., 2014.

### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Pflichtbereich
- Anwendungsfach im Bachelor-Studiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Physik
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Medizinische Physik

### **Teilnahmevoraussetzungen**

Keine

### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen

- schriftliche Prüfung (i.d.R. 60 Minuten) am Ende des Semesters

**Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Stefan Conrad, Prof. Dr. Martin Mauve, Prof. Dr. Michael Schöttner

# **Entwurfs- und Analysetechniken für Algorithmen**

## **Design Principles and Analytic Methods for Algorithms**

### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

### **Leistungspunkte**

5 LP

### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Entwurfs- und Analysetechniken für Algorithmen“, 2 SWS
- Übungen, 2 SWS
- Die Bearbeitung der Hausaufgaben erfordern durchschnittlich weitere 2 SWS

### **Inhalte**

Dieses Modul vertieft Kenntnisse aus folgenden Bereichen:

- Gierige Algorithmen
- Dynamische Programmierung
- Scanline
- Backtracking
- Korrektheitsbeweise
- (amortisierte) Aufwandsabschätzungen

### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende, die das Modul erfolgreich absolviert haben, besitzen anschließend ein vertieftes Verständnis in der systematischen Entwicklung und Analyse von Algorithmen zur Lösung von Entscheidungs- und Optimierungsproblemen.

### **Literatur**

Aktuelle Lehrbücher über Algorithmen sowie Originalliteratur

### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Theoretische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik
- Teil eines Master-Moduls im Master-Studiengang Biologie

### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

### **Empfohlene Vorkenntnisse**

- „Algorithmen und Datenstrukturen“
- „Theoretische Informatik“

### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Dr. Stefan Hoffmann

# **Funktionale Programmierung**

## **Functional Programming**

### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

### **Leistungspunkte**

5 LP ab PO 2015, alte PO 7,5 LP

### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Funktionale Programmierung“, 2 SWS
- Übung, 2 SWS
- Praktische Übung, 2 SWS

### **Inhalte**

Funktionale Programmierung hat in den letzten Jahren deutlich an Fahrt aufgenommen. Sprachen wie Haskell, Scala, Clojure, OCaml und F# gewinnen immer mehr an Bedeutung und auch Java hat in Version 8 mit Closures endlich Syntax für anonyme Funktionen bekommen.

Ausgehend von den Problemen, mit denen wir in objektorientierten Sprachen permanent konfrontiert sind, wollen wir in dem Kurs neue Ansätze erarbeiten, um so ein umfassenderes Verständnis von Programmierung zu erhalten. Wir werden uns damit befassen, wie wir Programme in funktionalen Sprachen strukturieren und unbeabsichtigte Komplexität loswerden können. Außerdem werden wir uns mit internen domänenspezifischen Sprachen beschäftigen. Die Sprache, die wir in dem Kurs verwenden werden ist Clojure, ein modernes Lisp, das auf der JVM läuft und viele aus softwaretechnischer Sicht interessante Konzepte umsetzt. Wir werden uns ebenfalls mit statischer Typisierung in der Programmiersprache Haskell und nebenläufiger Programmierung in Erlang befassen.

### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltungen in der Lage sein,

- die Prinzipien der funktionalen Programmierung bezeichnen können und klassischen, imperativen Programmiersprachen gegenüberstellen können
- bewerten für welche Einsatzbereiche die funktionale Programmierung vorteilhaft ist
- eigenständig funktionale Programme erstellen und testen können

### **Literatur**

- Abelson, Sussman: Structure and Interpretation of Computer Programs
- Moseley, Marks: Out of the tarpit
- Fogus, Houser: The Joy of Clojure
- Emerick, Carper, Grand: Programming Clojure
- Rathore: Clojure in Action
- Higginbotham: Clojure for the Brave and True

### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Praktische oder Technische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- aktive Teilnahme an den Übungen
- erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben
- abschließende Prüfung (i.d.R. schriftlich)

**Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Michael Leuschel, Jens Bendisposto

# **Fuzzy-Clusteranalyse**

## **Fuzzy Cluster Analysis**

### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

### **Leistungspunkte**

5 LP

### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Fuzzy-Clusteranalyse“, 2 SWS
- Übung/Seminar, 2 SWS

### **Inhalte**

- Fuzzy und possibilistische fuzzy Clusteringverfahren
- Bestimmung der Clusteranzahl
- Vergleich von Clusteringergebnissen
- Fuzzy Clustering von unvollständigen Daten
- Fuzzy Clustering hochdimensionaler Daten

### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltungen in der Lage sein,

- Nutzen von Konzepten der Fuzzy Logik für das Clustering zu erkennen
- die wichtigsten Verfahren, Herausforderungen und aktuellen Entwicklungen im Bereich Fuzzy-Clusteranalyse zu erläutern
- mit verschiedenen Anwendungsgebieten der Fuzzy Clustering Methoden vertraut zu werden und die entsprechenden Methoden selbstständig anzuwenden

### **Empfohlene Literatur:**

- F. Höppner, F. Klawonn, R. Kruse: Fuzzy-Clusteranalyse: Verfahren für die Bilderkennung, Klassifikation und Datenanalyse, Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden, 1997
- R. Kruse, C. Borgelt, C. Braune, F. Klawonn, C. Moewes, M.
- Steinbrecher: Computational Intelligence: Eine methodische Einführung in Künstliche Neuronale Netze, Evolutionäre Algorithmen, Fuzzy-Systeme und Bayes-Netze, Springer Vieweg, Wiesbaden, 2015

sowie ggfs. weiterführende Literatur (wird in der Veranstaltung bekanntgegeben)

### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Praktische oder Technische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- aktive Teilnahme an den Übungen bzw. dem Seminar
- erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben bzw. Anfertigen einer angemessenen Seminararbeit und Halten eines Vortrags
- abschließende Prüfung (i.d.R. mündlich)

### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Dr. Ludmila Himmelpach

## **Fuzzy Systeme**

### **Fuzzy Systems**

#### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

5 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Fuzzy Systeme“, 2 SWS
- Übung/Seminar, 2 SWS

#### **Inhalte**

- Eigenschaften und Operationen auf fuzzy Mengen
- Fuzzy Relationen
- Zugehörigkeitsfunktionen, Fuzzifizierung und Defuzzifizierung
- Fuzzy Logik und approximatives Schließen
- Fuzzy Regelsysteme
- Fuzzy Methoden in Pattern Recognition

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltungen in der Lage sein,

- theoretischen Grundlagen der fuzzy Mengen Theorie zu erklären
- Nutzen von Konzepten der fuzzy Logik in intelligenten Systemen zu erkennen
- mit verschiedenen Anwendungsgebieten der fuzzy Methoden vertraut zu werden und die entsprechenden Methoden selbstständig anzuwenden

#### **Empfohlene Literatur:**

- R. Kruse, C. Borgelt, C. Braune, F. Klawonn, C. Moewes, M. Steinbrecher: Computational Intelligence: Eine methodische Einführung in Künstliche Neuronale Netze, Evolutionäre Algorithmen, Fuzzy-Systeme und Bayes-Netze, Springer Vieweg, Wiesbaden, 2015
- Timothy J. Ross: Fuzzy Logic with Engineering Applications, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 2004

sowie ggfs. weiterführende Literatur (wird in der Veranstaltung bekanntgegeben)

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Praktische oder Technische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

#### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

#### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- aktive Teilnahme an den Übungen bzw. dem Seminar
- erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben bzw. Anfertigen einer angemessenen Seminararbeit und Halten eines Vortrags
- abschließende Prüfung (i.d.R. mündlich)

#### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Dr. Ludmila Himmelpach

# **Grundlagen Verteilter Systeme**

## **Foundations of Distributed Systems**

### **Studiengang**

Bachelor-Studiengang Informatik

### **Leistungspunkte**

5 LP ab PO 2013, alte PO's 7,5 LP

### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Grundlagen Verteilter Systeme“, 2 SWS
- Übung/Seminar, 2 SWS

### **Inhalte**

- Architekturformen: Client/Server, P2P, hybride Ansätze
- Kommunikation Sockets (UDP, TCP), entfernter Methodenaufruf (RMI), verteilter gemeinsamer Speicher (DSM)
- Koordination: Uhrensynchronisierung, logische Zeit, wechselseitiger Ausschluss, globale Zustände, Wahlen, Terminierung, Verklemmungen
- Replikation und Konsistenz: daten- und klientenzentrierte Modelle, Aktualisierungsmethoden
- Fehlertoleranz: Fehlermodelle, Konsensus, Checkpointing
- Sicherheit: Grundlagen Verschlüsselung und Authentisierung

### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltungen in der Lage sein,

- Kommunikationsformen (Nachrichten, entfernte Aufrufe, gemeinsamer Speicher) in eigenen Programmen anzuwenden.
- Koordinationsalgorithmen zu verstehen und zu konzipieren.
- Konsistenzstrategien für Replikate zu vergleichen und zu bewerten
- Grundlegende Fehlertoleranz und Sicherheitsaspekte in verteilten Systemen zu erläutern

### **Empfohlene Literatur**

- G. Coulouris et.al., „Distributed Systems: Concepts and Design“, Addison-Wesley, 5. Aufl. 2011
- A. Tanenbaum and M. van Steen: „Distributed Systems: Principles and Paradigms“, 3. Auflage, Prentice Hall, 2013.

### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung im Master-Studiengang Informatik
- Anwendungsfach im Bachelor-Studiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Physik
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Medizinische Physik

### **Teilnahmevoraussetzungen**

Erfolgreicher Abschluss folgender Module:

- „Programmierung“
- „Rechnerarchitektur“

### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- Erfolgreiche Teilnahme an der Prüfung am Ende der Veranstaltung.

### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Michael Schöttner

## **Knapsack Problems**

### **Knapsack Problems**

#### **Studiengang**

Bachelor-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

5 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Knapsack Problems“, 2 SWS
- Übung, 2 SWS

#### **Inhalte**

Dieses Modul befasst sich mit verschiedenen Varianten des Rucksackproblems und stellt verschiedene Lösungsmethoden für diese Probleme vor.

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltungen in der Lage sein,

- die besprochenen Rucksackprobleme zu erläutern
- die Ideen der vorgestellten Algorithmen zu kennen und
- die behandelten Algorithmen auf konkrete Eingaben anzuwenden

#### **Literatur**

- H. Kellerer, U. Pferschy, D. Pisinger: Knapsack Problems, Springer, 2010.
- B. Korte, J. Vygen: Kombinatorische Optimierung, Springer, 2008.

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung im Master-Studiengang Informatik
- Anwendungsfach im Bachelor-Studiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Physik
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Medizinische Physik

#### **Teilnahmevoraussetzungen**

- Inhaltlich: Inhalte der Module Analysis I oder Lineare Algebra I

#### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

Aktive Mitarbeit in den Übungen, Bestehen der Klausur zum Ende des Semesters

#### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Priv.-Doz. Dr. Frank Gurski

# Kooperative Spieltheorie

## Cooperative Game Theory

### Studiengang

Master-Studiengang Informatik

### Leistungspunkte

5 LP ab PO 2015, alte PO 7,5 LP

### Lehrveranstaltungen

- Vorlesung „Kooperative Spieltheorie“, 2 SWS
- Übung, 1 SWS

### Inhalte

- Kooperative Spiele: Miteinander spielen
  - Grundlagen
    - Kooperative Spiele mit übertragbarem Gewinn
    - Superadditive Spiele
    - Stabilitätskonzepte für kooperative Spiele
  - Einfache Spiele
    - Der Kern einfacher Spiele
    - Darstellungen einfacher Spiele
    - Gewichtete Wahlspiele
    - Dimensionalität
    - Machtindizes
    - Der Shapley-Shubik-Index und der Shapley-Wert
    - Die Banzhaf-Indizes
  - Komplexität von Problemen für kompakt darstellbare Spiele
    - Spiele auf Graphen
    - Gewichtete Wahlspiele
    - Hedonische Spiele

### Lernergebnisse/Kompetenzen

Ziel in diesem Modul ist es, den Studierenden Einblicke in einige der wichtigsten Themen, Resultate, Modellbildungen und Methoden aus dem Gebiet der kooperativen Spieltheorie zu vermitteln, welches derzeit in der Abteilung „Komplexitätstheorie und Kryptologie“ (Prof. Jörg Rothe und Jun.-Prof. Dorothea Baumeister) intensiv in der Forschung bearbeitet wird und in dem bevorzugt Themen für Bachelor- und Master-Arbeiten ausgegeben werden. Am Ende der Veranstaltung sollten Studierende wichtige Probleme und die zu ihrer Lösung entwickelten Algorithmen und algorithmischen Techniken nicht nur kennen, sondern sie auch selbstständig modifizieren und anwenden können. Insbesondere sollten sie in der Lage sein, „strategische Szenarien“ durch kooperative Spiele zu beschreiben und Stabilitätskonzepte in diesen Spielen formal zu charakterisieren. Ebenso sollten sie die Komplexität der für solche Spiele relevanten Entscheidungsprobleme (in einer geeigneten kompakten Darstellung) formal bestimmen und beschreiben können.

### Empfohlene Literatur

- Jörg Rothe (ed.): Economics and Computation: An Introduction to Algorithmic Game Theory, Computational Social Choice, and Fair Division, Springer-Verlag, 2015.

*Eine kürzere deutsche Version dieses Buches erschien als:*

- Jörg Rothe, Dorothea Baumeister, Claudia Lindner und Irene Rothe: Einführung in Computational Social Choice. Individuelle Strategien und kollektive Entscheidungen beim Spielen, Wählen und Teilen, Spektrum Akademischer Verlag (Springer), 2011.

### Ergänzende Literatur

- Bezalel Peleg and Peter Sudhölter: Introduction to the Theory of Cooperative Games, Kluwer Academic Publishers, 2003.

- Georgios Chalkiadakis, Edith Elkind, and Michael Wooldridge: Computational Aspects of Cooperative Game Theory, Morgan and Claypool Publishers, 2011.
- Noam Nisan, Tim Roughgarden, Eva Tardos, and Vijay V. Vazirani (eds.): Algorithmic Game Theory, Cambridge University Press, 2008.

### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Theoretische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben
- Bestehen der schriftlichen Prüfung (Klausur) oder der mündlichen Prüfung

### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Jörg Rothe

# **Master-Seminar Algorithmische Datenanalyse**

## **Master's Seminar Algorithmic Data Analysis**

### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

### **Leistungspunkte**

5 LP

### **Lehrveranstaltungen**

- Seminar „Algorithmische Datenanalyse“, 2 SWS
- Selbstständig durchzuführendes Tutorial

### **Inhalte**

Wir lernen verschiedene Methoden zur algorithmischen Datenanalyse kennen (z.B. SVMs, Clustering). Die Erarbeitung erfolgt zum Teil durch ein eigenständig zu bearbeitendes Tutorial und umfasst den Erwerb von sehr grundlegenden Python-Kenntnissen.

### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul können die Studierenden

- sich selbstständig in ein Themengebiet einarbeiten
- einen Vortrag strukturieren und planen
- einen Vortrag über dieses Themengebiet halten
- grundlegende Datenanalysetechniken mit Python durchführen

### **Empfohlene Literatur**

Die Literatur wird zu Beginn des Seminars bekannt gegeben und richtet sich nach den Themen der einzelnen Vorträge.

### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Theoretische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen. Bei der Platzvergabe werden Master-Studierende bevorzugt.

### **Empfohlene Vorkenntnisse**

Die Grundlagen wissenschaftlichen Arbeitens sollten bekannt sein.

### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- selbstständige Bearbeitung eines Tutorials
- schriftliches Feedback zum Tutorial
- Vortrag des Themas

### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Melanie Schmidt

## **Master-Seminar Computational Multiomics**

### **Master's seminar Computational Multiomics**

#### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

5 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Seminar „Computational Multiomics“ (English), 2 SWS

#### **Inhalte**

Modern laboratory equipment enables high-throughput experiments that provide detailed insights into molecular biology. These give rise to several branches of research including genomics, transcriptomics, proteomics, metabolomics, epigenomics, and metagenomics, with -omics meaning “the total of some sort”. Omics experiments produce massive amounts of data that are subject of a variety of challenging computational problems. In this class, computational problems and their solutions for the analysis of multiomics experiments are presented and discussed.

Participants will be assigned individual topics. The selection and matching between topics and participants will be determined in the first meeting of the seminar.

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Participants will be given an insight into high-throughput technologies and the kind of data gathered in such experiments. A key skill that is taught in this course is the art of transducing biological questions into computational problems that can be efficiently solved. Further, participants have the opportunity to increase their proficiency in the critical dissemination of scientific papers and giving oral presentations.

#### **Empfohlene Literatur**

Originalarbeiten

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Praktisch/Technische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik
- Wahlbereich im Master-Studiengang Artificial Intelligence and Data Science

#### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen. Bei der Platzvergabe werden Master-Studierende bevorzugt.

#### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- Schriftliche Ausarbeitung zum zugeteilten Thema
- Halten eines Vortrags

#### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Tobias Marschall, Stephan Dörr

# **Master-Seminar Information Theory, Inference, and Learning Algorithms**

## **Master's Seminar Information Theory, Inference, and Learning Algorithms**

### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

### **Leistungspunkte**

5 LP

### **Lehrveranstaltungen**

- Seminar „Information Theory, Inference, and Learning Algorithms“, 2 SWS

### **Inhalte**

Im Seminar sollen die Inhalte der Vorlesung "Machine Learning" weiter vertieft und erweitert werden, z.B. durch Vorstellung einzelner Kapitel aus dem Buch "Information Theory, Inference, and Learning Algorithms" von David MacKay, oder auch anderer Bücher und wissenschaftlichen Veröffentlichungen zum Thema. Jede Woche werden ein oder zwei Themen durch die Teilnehmenden in Form eines Vortrages vorgestellt und diskutiert. Dabei geht es zum einen um die Inhalte, zum anderen darum, wie man einen guten wissenschaftlichen Vortrag hält. Zusätzlich erstellen die Teilnehmenden eine kurze schriftliche Ausarbeitung Ihres Vortrages.

### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende haben nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls ein vertieftes Verständnis verschiedenster Methoden und Techniken aus den Bereichen Information Theory, Inference, and Learning Algorithms. Sie verbessern Ihre Fähigkeit einen Vortrag über ein Thema aus diesem Bereich zu halten und bekommen ein besseres Verständnis für die im Seminar behandelten Themen.

### **Empfohlene Literatur**

- u.a. David J.C.MacKay, "Information Theory, Inference, and Learning Algorithms", Cambridge, PDF freely available on the author's website

### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Praktische oder Technische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen. Bei der Platzvergabe werden Master-Studierende bevorzugt.

### **Empfohlene Vorkenntnisse**

- „Machine Learning“, „Lineare Algebra“, „Analysis“, Stochastik“, „Numerik“

### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- Schriftliche Ausarbeitung zum gewählten Thema
- Begutachtung von anderen Ausarbeitungen
- Präsentation des eigenen Themas
- Aktive Teilnahme an Diskussionen

### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Stefan Harmeling

# **Master-Seminar über Anwendungen von gerichteten Netzwerkstrukturen**

## **Master's Seminar on Applications for Structures of Directed Networks**

### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

### **Leistungspunkte**

5 LP

### **Lehrveranstaltungen**

- Seminar „Anwendungen von gerichteten Netzwerkstrukturen“, 2 SWS
- Übung, 2 SWS

### **Inhalte**

Gerichtete Netzwerkstrukturen kommen in vielen verschiedenen Gebieten vor, wie zum Beispiel in der Genetik, in sozialen Netzwerken, bei Finanztransaktionen oder bei der Planung einer Infrastruktur. Oft müssen in diesen Teilgebieten Probleme auf oder mit Hilfe von gerichteten Netzwerken gelöst werden. In diesem Seminar soll eine weite Übersicht über mögliche Anwendungsgebiete von gerichteten Netzwerken gegeben werden. Dies soll durch die Vorstellung möglichst aktueller Beispiele aus der Forschung in verschiedenen Gebieten geschehen. Dabei soll besonders Wert auf die verschiedenen Strukturen der gerichteten Graphen bzw. Netzwerke gelegt werden, wobei darauf geachtet werden soll, welche Strukturen oder Klassen von gerichteten Graphen in den Algorithmen zur Lösung des Problems ausgenutzt wurden. Die Studierenden sollen weiter überlegen, welche Probleme in den jeweiligen Teilgebieten noch offen sind und Ideen für Lösungsansätze suchen.

### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltung in der Lage sein,

- selbst Einblicke in einige aktuelle Forschungsergebnisse und Resultate aus dem Gebiet der Anwendung von gerichteten Netzwerken zu erarbeiten,
- Theorie im Kontext zu erklären,
- einen guten Vortrag vorzubereiten und zu halten,
- Vorträge anderer Studierender kritisch zu diskutieren,
- eine gute schriftliche Ausarbeitung zu dem Vortragsthema anzufertigen,
- eine gute Ausarbeitung und Präsentation mit Latex zu erstellen.

### **Literatur**

Aktuelle Forschungsarbeiten

### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Theoretische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen. Bei der Platzvergabe werden Master-Studierende bevorzugt.

### **Empfohlene Vorkenntnisse**

- „Algorithmen für schwere Probleme“ oder
- „Approximationsalgorithmen“ oder
- „Master-Seminar über Algorithmen für perfekte Graphen“

### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- Aktive Mitarbeit in den Seminaren und Übungen

- schriftliche Ausarbeitung zu einem Thema des Seminars
- Vortrag des Themas
- Bestehen der Klausur zum Ende des Semesters

**Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Priv.-Doz. Dr. Frank Gurski

## **Master-Seminar über Graphparameter für gerichtete Graphen**

### **Master's Seminar on Graph Parameters for Directed Graphs**

#### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

5 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Seminar „Graphparameter für gerichtete Graphen“, 2 SWS
- Übung, 2 SWS

#### **Inhalte**

In diesem Seminar beschäftigen wir uns mit der Analyse von Graphparametern für gerichtete Graphen. Hierzu betrachten wir gerichtete Formen der Cliquesweite, NLC-Weite und Rangweite sowie verschiedene Ansätze für eine gerichtete Form der Baumweite. Es sollen Beziehungen zwischen diesen Parametern und die Weite spezieller Graphklassen bzgl. dieser Parameter vorgestellt werden.

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltungen in der Lage sein,

- selbst Einblicke in einige der wichtigsten Themen, Resultate und Methoden aus dem Gebiet der Graphparameter für gerichtete Graphen zu erarbeiten,
- einen guten Vortrag vorzubereiten und zu halten,
- die Vorträge der anderen Studierenden hören und kritisch zu diskutieren und
- eine gute schriftliche Ausarbeitung/Vortragsfolien zu dem Vortragsthema anzufertigen.

#### **Literatur**

- J. Bang-Jensen, G. Gutin, Digraphs: Theory, Algorithms and Applications, Springer, 2009.
- A. Brandstädt, V.B. Le, J.P. Spinrad, Graph Classes: A Survey, SIAM Monographs on Discrete Mathematics and Applications. SIAM, 1999.
- M.C. Golumbic. Algorithmic Graph Theory and Perfect Graphs. Academic Press, 1980.
- N.V.R. Mahadev and U.N. Peled. Threshold Graphs and Related Topics. Annals of Discrete Math. 56. Elsevier, North-Holland, 1995.
- aktuelle Forschungsarbeiten

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Theoretische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

#### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen. Bei der Platzvergabe werden Master-Studierende bevorzugt.

#### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- Aktive Mitarbeit in den Seminaren und Übungen
- schriftliche Ausarbeitung/Vortragsfolien zu einem Thema des Seminars
- Vortrag des Themas
- Bestehen der Prüfung zum Ende des Semesters

#### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Priv.-Doz. Dr. Frank Gurski

## **Master-Seminar über Modellierung biologischer Zellen**

### **Master's Seminar on Modelling Biological Cells**

#### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

5 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Seminar, „Modeling biological cells“, 2 SWS

#### **Inhalte**

- Balancierte Wachstumsmodelle für Bakterien
- Resource-Balance-Analyse
- ME-Modelle (Metabolismus und Genexpression)
- Phänomenologische Wachstumsmodelle
- Kinetische Stoffwechselmodelle

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Ziel in diesem Modul ist es, dass sich die Studierenden selbst Einblicke in einige der wichtigsten Themen, Resultate und Methoden aus der Modellierung biologischer Prozesse mit Hilfe von Computern erarbeiten, über ein spezielles Thema aus der Originalliteratur einen Vortrag im Seminar halten und die Vorträge der anderen Studierenden hören und kritisch diskutieren. Weiter gehört eine schriftliche Ausarbeitung zu jedem Vortrag und es findet eine gegenseitige Beurteilung der schriftlichen Ausarbeitungen der Studierenden untereinander statt, wobei die Anonymität sowohl des Autors bzw. der Autorin als auch die des Gutachters bzw. der Gutachterin gewahrt bleibt („double-blind peer-reviewing“). Zu den in diesem Seminar erworbenen Kompetenzen gehören also sowohl die Fähigkeit, einen guten Vortrag vorzubereiten und zu halten, als auch die Fähigkeit der kritischen und fairen Begutachtung.

#### **Empfohlene Literatur**

Originalarbeiten

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Praktische oder Technische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

#### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen. Bei der Platzvergabe werden Master-Studierende bevorzugt.

#### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- Schriftliche Ausarbeitung zum zugeteilten Thema
- Halten eines Vortrags
- Begutachtung von zwei anderen schriftlichen Ausarbeitungen

#### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Martin Lercher

## **Master-Seminar über weitebeschränkte gerichtete Graphklassen**

### **Master's Seminar on Bounded Width Directed Graph Classes**

#### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

5 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Seminar „Weitebeschränkte gerichtete Graphklassen“, 2 SWS
- Übungen, 2 SWS

#### **Inhalte**

In diesem Seminar untersuchen wir spezielle gerichtete Graphklassen darauf, ob sie weitebeschränkt bezüglich spezieller Parameter sind. Hierzu betrachten wir unter anderem gerichtete Formen von Bäumen, Wäldern, Kaktusgraphen, Halin Graphen, planaren Graphen, perfekte Graphen, bipartiten Graphen, Co-Graphen, Split-Graphen Schwellwertgraphen bezüglich ihrer Wegweite, Baumweite, Cliquesweite, NLC-Weite und weiteren gerichteten Parametern.

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltungen in der Lage sein,

- einen Überblick über einige der wichtigsten Themen und Resultate aus dem Gebiet der Graphparameter für gerichtete Graphen zu geben,
- eigene Ergebnisse für einfache Problemstellungen aus diesem Bereich erarbeiten,
- einen guten Vortrag vorzubereiten und zu halten,
- die Vorträge der anderen Studierenden zu hören und kritisch zu diskutieren und
- eine gute schriftliche Ausarbeitung/Vortragsfolien zu dem Vortragsthema anzufertigen.

#### **Literatur**

- J. Bang-Jensen, G. Gutin, Digraphs: Theory, Algorithms and Applications, Springer, 2009.
- J. Bang-Jensen, G. Gutin, Classes of Directed Graphs, Springer, 2018.
- A. Brandstädt, V.B. Le, J.P. Spinrad, Graph Classes: A Survey, SIAM Monographs on Discrete Mathematics and Applications. SIAM, 1999.
- M.C. Golumbic. Algorithmic Graph Theory and Perfect Graphs. Academic Press, 1980.
- aktuelle Forschungsarbeiten

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Theoretische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

#### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen. Bei der Platzvergabe werden Master-Studierende bevorzugt.

#### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- Aktive Mitarbeit in den Seminaren und Übungen
- schriftliche Ausarbeitung/Vortragsfolien zu einem Thema des Seminars
- Vortrag des Themas
- Bestehen der Prüfung zum Ende des Semesters

#### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Priv.-Doz. Dr. Frank Gurski

## **Master-Seminar zu Analyse von Software-Systemen**

### **Master's Seminar on Analysis of Software Systems**

#### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

5 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Seminar „Analyse von Software-Systemen“, 2 SWS

#### **Inhalte**

- Methoden und Metriken zur Bewertung der Qualität von Software
- Analyse und Bewertung von historischen Daten z.B. aus Versionskontrollsystemen
- Analyse und Bewertung von technischen Schulden einer Software

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende haben nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls Kenntnisse über gängige Methoden, Metriken und Werkzeuge zur Analyse von großen Softwaresystemen.

#### **Empfohlene Literatur**

Wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Praktische oder Technische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

#### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen. Bei der Platzvergabe werden Master-Studierende bevorzugt.

#### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- Aktive und erfolgreiche Mitwirkung am Seminar
- Abschlusstest zum Ende der Vorlesungszeit

#### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Dr. Jens Bendisposto

## **Master-Seminar zu Informatik unplugged**

### **Master's Seminar on Computer Science Unplugged**

#### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

5 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Seminar „Informatik unplugged“, 2 SWS

#### **Inhalte**

Dieses Modul beschäftigt sich mit verschiedenen Themen aus der Informatik unter dem Gesichtspunkt „Informatik unplugged“. Ziel von Informatik unplugged ist es, fundamentale Konzepte der Informatik, anhand von einzelnen Aktivitäten zu erlernen. Dabei haben alle diese Aktivitäten gemeinsam, dass keine Computer benötigt werden. In diesem Seminar sollen die Studierenden zunächst dieses Gesamtkonzept kennenlernen und sich danach in Kleingruppen intensiv mit bestimmten Themen auseinandersetzen. Im Anschluss daran, sollen die Teilnehmer\*innen selber unplugged Aktivitäten zu unterschiedlichen Bereichen der Informatik entwickeln. In diesem Seminar müssen mehrere Vorträge ausgearbeitet und gehalten werden, außerdem muss eine schriftliche Ausarbeitung erfolgen, und die Studierenden sollen ihre Fähigkeiten im Bereich der kritischen und fairen Begutachtung erweitern.

Dieses Seminar ist kombinierbar mit den Modulen:

- Judgment Aggregation
- Mathematische Hintergründe der Wahlmanipulation

und mit den Modulen (von Prof. Dr. Jörg Rothe):

- Algorithmische Spieltheorie
- Algorithmische Eigenschaften von Wahlsystemen II
- Kooperative Spieltheorie
- Cake-cutting Algorithms
- Kryptokomplexität II

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltung in der Lage sein,

- das Konzept von Informatik unplugged zu erläutern.
- Informatik unplugged Aktivitäten mit anderen Teilnehmern durchführen, und das dahintersteckende fundamentale Konzept anschaulich erklären.
- neue Informatik unplugged Aktivitäten zu ganz unterschiedlichen Bereichen der Informatik selbst zu entwickeln.

#### **Empfohlene Literatur**

- Computer Science Unplugged. Tim Bell, Ian H. Witten und Mike Fellows. Online verfügbar unter: <http://csunplugged.org>
- Abenteuer Informatik: IT zum Anfassen – von Routenplaner bis online Banking. Jens Gallenbacher, Spektrum Akademischer Verlag, 2012

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Theoretische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

#### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen. Bei der Platzvergabe werden Master-Studierende bevorzugt.

**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- schriftliche Ausarbeitung einer neuen unplugged Aktivität
- Vorstellen einer vorhandenen und der neu erarbeiteten unplugged Aktivität
- Begutachtung einer anderen schriftlichen Ausarbeitung

**Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Jun.-Prof. Dr. Dorothea Baumeister

## **Master-Seminar zu Machine Learning**

### **Master's Seminar on Machine Learning**

#### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

5 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Seminar „Machine Learning“, 2 SWS

#### **Inhalte**

Machine Learning hat als Oberbegriff für Methoden zur Erkennung von Mustern und Gesetzmäßigkeiten in Daten und der Erzeugung daraus abgeleiteter Entscheidungen und Vorhersagen eine enorme Bedeutung in vielen Fachdisziplinen und Branchen erlangt. Insbesondere die stetig wachsende Menge an digitalen Daten in Unternehmen, Wissenschaft und Internet hat einen massiven Bedarf an Experten auf diesem Gebiet geführt. Da die Entwicklung neuer Methoden in diesem Bereich sehr schnell verläuft, ist eine fortlaufende Auseinandersetzung mit den neuesten Erkenntnissen für künftige Experten unerlässlich. Ziel der Veranstaltung ist es, das Grundwissen aus der Vorlesung Machine Learning durch ein intensives Studium wichtiger wissenschaftlicher Veröffentlichungen zu vertiefen, und die Teilnehmer\*innen auf die selbständige Auseinandersetzung mit neuen wissenschaftlichen Entwicklungen in diesem Feld vorzubereiten. Um dieses Lernziel zu erreichen, wird den Teilnehmern wöchentlich eine wissenschaftliche Veröffentlichung in englischer Sprache genannt. Die Teilnehmer\*innen arbeiten diese Veröffentlichung selbständig durch, so dass sie in der Lage sind, deren Inhalt vor allen anderen Teilnehmern an der Tafel zu präsentieren. Jede Woche findet eine Diskussionsveranstaltung statt, bei der ausgewählte Teilnehmer\*innen die Veröffentlichung vorstellen. Anschließend diskutieren alle Teilnehmer\*innen die Veröffentlichung.

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende haben nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls ein vertieftes Verständnis aktueller Methoden und typischer Anwendungen im Bereich des Machine Learning. Sie können wissenschaftliche Veröffentlichungen systematisch aufarbeiten, deren Inhalte prägnant zusammenfassen und kritisch bewerten.

#### **Empfohlene Literatur**

Zu dieser Veranstaltung gibt es kein Lehrbuch.

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Praktische oder Technische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

#### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen. Bei der Platzvergabe werden Master-Studierende bevorzugt.

#### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- Schriftliche Ausarbeitung zum gewählten Thema
- Begutachtung von anderen Ausarbeitungen
- Präsentation des eigenen Themas
- Aktive Teilnahme an Diskussionen

#### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Stefan Harmeling

## **Master-Seminar zu Verteilte und Parallele Systeme**

### **Master's Seminar on Distributed and Parallel Systems**

#### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

5 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Seminar „Verteilte und Parallele Systeme“, 2 SWS

#### **Inhalte**

In vielen Bereichen der Forschung und der Industrie werden immer größere Datenmengen (Schlagwort Big-Data) erfasst und gespeichert. Um diese Daten möglichst effizient verarbeiten zu können sind verteilte und parallele Systeme unabdingbar. Neben der Skalierbarkeit bezüglich der Anzahl an Ressourcen sind auch Fehlertoleranzaspekte sehr wichtig. Bei interaktiven Systemen die Millionen oder Milliarden von Benutzern bedienen ist zusätzlich die Latenz eine besondere Herausforderung.

Dieses Seminar behandelt aktuelle Forschungs-Themen in diesem Themen-Umfeld, u.a. Cloud, Batch- und Stream-Processing, Graph-Verarbeitung, Storage-Systeme (key-value, NoSQL, in-memory)

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende haben nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls ein vertieftes Verständnis von aktuellen Hard- und Software-Techniken im Themenumfeld verteilte und parallele Systeme.

Sie können wissenschaftliche Veröffentlichungen systematisch aufarbeiten, deren Inhalte prägnant zusammenfassen, kritisch bewerten und präsentieren.

#### **Empfohlene Literatur**

Aktuelle wissenschaftliche Publikationen zu den oben genannten Themen.

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Praktische oder Technische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

#### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

#### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- Erfolgreiche Teilnahme am Seminar
- Abschließende Prüfung am Ende des Semesters

#### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Michael Schöttner

# **Mathematische Hintergründe der Wahlmanipulation**

## **Mathematical Background of Manipulation**

### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

### **Leistungspunkte**

10LP ab PO 2015, alte PO 15 LP

### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Mathematische Hintergründe der Wahlmanipulation“, 4 SWS
- Übung, 2 SWS
- Seminar, 2 SWS

### **Inhalte**

In vielen Situationen profitieren Wähler davon, wenn sie eine unehrliche Stimme abgeben. Gibbard und Satterthwaite haben sogar gezeigt, dass es bei mindestens drei zur Wahl stehenden Alternativen kein nicht manipulierbares Wahlsystem geben kann, welches eine Reihe von sinnvollen Eigenschaften erfüllt. Diese Veranstaltung behandelt die systematische mathematische Analyse von verschiedenen Formen der Manipulation in Wahlen.

- Einführung in die Social Choice Theorie
  - Formale Grundlagen
  - 20 Wahlsystemen
  - Arrows Theorem
- Grundlagen der Manipulation
  - Präferenzen über Mengen und Manipulierbarkeit
  - Beispiele für Manipulation
  - Resultate
  - Agenda Manipulierbarkeit und Transitivität
- Resolute Wahlregeln
  - Das Gibbard-Satterthwaite Theorem
  - Gleichstände in Stimmen
  - Äquivalenz von Arrows Theorem und dem Gibbard-Satterthwaite Theorem
  - Betrachtung des Beweises des Gibbard-Satterthwaite Theorems
- Umgang mit den Resultaten
  - Einführung
  - Manipulation ist zwar möglich aber schwer
  - Einschränkung der Annahmen
  - Variation der formalen Annahmen

### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltung in der Lage sein,

- verschiedene Formen der Manipulation formal zu definieren und zu vergleichen
- bekannte Beweise aus der Literatur wiederholen und erläutern
- Manipulation in unterschiedliche Formen einteilen
- Empfehlungen für die Verwendung von Wahlsystemen in unterschiedlichen Einsatzbereichen entwerfen

### **Literatur**

- A. Taylor: Social Choice and the Mathematics of Manipulation, Cambridge University Press, 2005.

### **Ergänzende Literatur**

- Economics and Computation: An Introduction to Algorithmic Game Theory, Computational Social Choice, and Fair Division. J. Rothe (ed.). Unter Vertrag bei Springer. Voraussichtliche Publikation: 2015.

Eine kürzere deutsche Version dieses Buches erschien unter dem Titel:

- Einführung in Computational Social Choice. Individuelle Strategien und kollektive Entscheidungen beim Spielen, Wählen und Teilen. Jörg Rothe, Dorothea Baumeister, Claudia Lindner, Irene Rothe. Spektrum Akademischer Verlag, 2011.

### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Theoretische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- aktive und erfolgreiche Mitwirkung in den theoretischen und praktischen Übungen
- Prüfung am Ende der Veranstaltung (i.d.R. Klausur, 90 Minuten)

### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Jun.-Prof. Dr. Dorothea Baumeister

# Methods of Artificial Intelligence in Life Sciences

## Methods of Artificial Intelligence in Life Sciences

### Studiengang

Master-Studiengang Informatik

### Leistungspunkte

10 LP

### Lehrveranstaltungen

- Vorlesung „Methods of Artificial Intelligence in Life Sciences“, 4 SWS
- Übung, 8 SWS

### Inhalte

#### *Lectures and Practical Work:*

We start with an introduction to convolutional Neural Networks and show how to apply them in the search for overrepresented motifs in DNA. We introduce the necessary data preprocessing steps and illustrate how motif information can be extracted out of the learned weights. We then introduce deep generative models, in particular Variational Autoencoders and autoregressive Models in combination with important deep learning concepts, such as Attention. We introduce the problem of RNA folding and the basics of the biophysical and biochemical mechanisms involved. We use a variant of Monte Carlo Tree Search to efficiently sample the space of possible folding structures and introduce various scoring functions that serve as reward signal. We show that the problem of RNA/Protein folding is tightly related to reinforcement learning. We introduce the concept of self-supervised learning and how it can be applied to detect anomalies in time series data that have been recorded by wearables for high risk patients.

### Lernergebnisse/Kompetenzen

Students know how to implement machine learning algorithms in Pytorch and to run it on HPC. They understand the concepts of Deep Learning and are familiar with common Neural Network architectures, such as Convolutional Neural Networks, Autoregressive Models, and Transformer Networks. They are familiar with the predominant sampling methods, such as Important Sampling, MCMC, and Monte Carlo Tree search. They understand the basics of the protein biosynthesis and the problem of predicting 3d RNA/Protein Structure from DNA sequence. They understand the concept of multiple sequence alignments, their relation to Evolutionary Biology, and how it can be used to increase prediction of 3d folding structure of Biomolecules.

### Empfohlene Literatur

TBD

### Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlpflichtbereich Praktische oder Technische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Wahlbereich im Master-Studiengang Artificial Intelligence and Data Science

### Teilnahmevoraussetzungen

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

### Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Regular and active participation in the exercises  
Passing the examination  
Written examination

### Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende

Prof. Dr. Markus Kollmann

## **Mobilkommunikation**

### **Mobile Communications**

#### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

5LP ab PO 2015, alte PO 7,5 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Mobilkommunikation“, 2 SWS
- Übung, 2 SWS

#### **Inhalte**

Das Modul richtet sich an Studierende, die bereits elementare Kenntnisse im Bereich Rechnernetze besitzen und die technischen Grundlagen von mobilen Netzen verstehen wollen. Ziel des Moduls ist das Erlernen allgemeiner Grundkenntnisse, das Verständnis von praxisrelevanten Systemen und das Erwerben praktischer Fertigkeiten.

- Grundlagen der Mobilkommunikation (Geschichte, Frequenzen und Regulierungen, Signale, Antennen, Signalausbreitung)
- Medienzugriff (Space-, Frequency-, Time-, Code Division Multiple Access)
- Drahtlose Lokale Netze (IEEE 802.11, Bluetooth)
- Mobilkommunikationssysteme (GSM, GPRS, UMTS, LTE)
- Ad-Hoc Netzwerke (Anwendungen, Wegewahl, DSR, AODV, LSR)

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende verstehen nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls die grundlegende Funktionsweise von Mobilfunksystemen und mobilen Netzwerken. Sie verstehen die physikalischen Effekte der Funkübertragung, die Herausforderungen und Lösungen für den Mehrfachzugriff sowie die konkreten Protokolle und Standards für die Mobilkommunikation, nämlich IEEE 802.11, 2G-5G und weitere.

#### **Empfohlene Literatur**

- Jochen Schiller: Mobilkommunikation, 2. Auflage, Addison-Wesley/Pearson Studium, 2003.

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Praktische oder Technische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

#### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

#### **Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten**

- aktive Mitarbeit in Vorlesung
- erfolgreiche Teilnahme an der praktischen Übung
- mündliche Prüfung

#### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Martin Mauve, Jun.-Prof. Dr.-Ing. Kalman Graffi

## **Modellierung metabolischer Netzwerke**

### **Modelling Metabolic Networks**

#### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

5 LP ab PO 2015, alte PO 7,5 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Modellierung metabolischer Netzwerke“, 2 SWS
- Übung, 2 SWS

#### **Inhalte**

- Einführung in die statistische Programmiersprache R
- Grundlegende Elemente der Linearen Algebra für die Bioinformatik
- Grundeigenschaften und Rekonstruktion der stöchiometrischen Matrix
- Topologie und fundamentale Unterräume der stöchiometrischen Matrix
- Extreme Pathways & Elementarmoden
- Eigenschaften des Lösungsraums
- Flux-Balance Analyse
- Flux-Variability, Flux-Coupling
- Modellierung von Knock-out Mutanten
- Berücksichtigung weiterer biologischer Beschränkungen

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Die Studierenden können nach Abschluss dieser Vorlesung;

- wichtige Methoden der constraint-based Modellierung von metabolischen Netzwerken zusammenfassen und anwenden;
- biologische Systeme anhand möglicher biochemischer Reaktionen beschreiben;
- lineare Optimierungsprobleme mit Hilfe der Programmiersprache R formulieren und lösen;
- Stoffwechselmodule im Zusammenhang betrachten und deren Verhalten unter verschiedenen Bedingungen simulieren.

#### **Literatur**

- Bernhard Ø. Palsson: Systems Biology: Properties of Reconstructed Networks. Cambridge University Press, 2006.
- Uwe Ligges: Programmieren mit R. Springer Verlag, 2007
- Günther Gramlich: Lineare Algebra. Eine Einführung für Ingenieure. Fachbuchverlag Leipzig, 2003

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Praktische oder Technische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

#### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

#### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- aktive Teilnahme an den Übungen
- erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben (50%)
- abschließende Prüfung (i.d.R. schriftlich)

#### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Martin Lercher

## **Networks, Crowds, and Markets**

## **Networks, Crowds, and Markets**

### **Studiengang**

Bachelor-Studiengang Informatik

### **Leistungspunkte**

5 LP ab PO 2013, alte PO's 7,5 LP

### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Networks, Crowds, and Markets“, 2 SWS
- Übung, 2 SWS

### **Inhalte**

#### **Inhalte**

Dieses Modul befasst sich mit folgenden theoretischen Aspekten von Netzwerken:

- Grundlagen
- Struktur von Netzwerken
- Teilgraphen in Netzwerken
- Zentralitätsmaße in Netzwerken
- Analysemethoden für Netzwerke
- Modellierung von Netzwerken

### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltungen in der Lage sein,

- die besprochenen Anwendungsbereiche von Netzwerken zu erläutern
- die besprochenen Grundlagen von Netzwerken formal zu definieren
- die behandelten Analysemethoden für Netzwerke zu verstehen und auf konkrete Eingaben anzuwenden

### **Literatur**

- D. Easley, J. Kleinberg: Networks, Crowds, and Markets, Cambridge University Press, 2010.
- E. Estrada: The Structure of Complex Networks: Theory and Applications, Oxford University Press, 2011.
- D. Jungnickel: Graphs, Networks and Algorithms, Springer, 2013
- S. Wassermann, K. Faust: Social Network Analysis: Methods and Applications, Cambridge University Press, 2009.

### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung im Master-Studiengang Informatik
- Anwendungsfach im Bachelor-Studiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Physik
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Medizinische Physik

### **Teilnahmevoraussetzungen**

- Inhaltlich: Inhalte der Module Analysis I oder Lineare Algebra I

### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

Aktive Mitarbeit in den Übungen, Abgabe der Übungsaufgaben, Bestehen der Klausur zum Ende des Semesters

### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Priv.-Doz. Dr. Frank Gurski

## **Netzwerksicherheit**

### **Security in Networked Systems**

#### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

10 LP ab PO 2015, alte PO 15 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Netzwerksicherheit“, 4 SWS
- Übungen, 2 SWS
- Praktische Übung, 2 SWS

#### **Inhalte**

Moderne Computersysteme sind einer Vielzahl von Angriffen ausgesetzt.

Ziel der Vorlesung ist es ein fundamentales Verständnis dafür zu entwickeln, wie man sich vor diesen Angriffen schützen kann. Hierzu werden sowohl die theoretischen Grundlagen diskutiert als auch konkrete Angriffe und Abwehrstrategien praktisch erprobt.

Insbesondere werden die folgenden Themen behandelt:

- Sicherheitslücken und Exploits (Buffer Overflows und Stack Smashing, Shellcode, ...)
- Malware (Viren, Würmer, Trojaner, Botnetze, ...)
- Absichern von Netzwerken (Architekturen, DMZ, Firewalls, IDS, VPN, Denial of Service, ...)
- Sicherheitsprotokolle (PKI, Web of Trust, SSL/TLS, PGP, DNSSec) und Zufallszahlen
- Anonymität im Netz (TOR, ...)
- Passwortspeicherung und Single Sign-on
- Virtualisierung
- Ausfallsicherheit (RAID, UPS)
- Web- und Anwendungssicherheit (CSRF, XSS, SQL Injection, MAC Length Extension, Schwachstellenscanner, ...)
- Vermeiden von Spam
- Digitale Währungen (Bitcoin)

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende verstehen nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls, wie aktuelle Angriffe in Computernetzwerken funktionieren, welche grundsätzlichen Schwachstellen häufig ausgenutzt werden und welche Gegenmaßnahmen gegen welche Angriffsarten schützen können.

Studierende werden mit dem Abschluss des Moduls Konzepte für die Absicherung von Netzwerken entwickeln und ein einfaches, abgesichertes Netzwerk aufsetzen können.

#### **Literatur**

Zu dieser Veranstaltung gibt es kein Lehrbuch.

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Praktische oder Technische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

#### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

#### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- aktive Mitarbeit in Vorlesung
- erfolgreiche Teilnahme an der praktischen Übung

- mündliche Prüfung

**Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Martin Mauve

# Nichtkooperative Spieltheorie

## Noncooperative Game Theory

### Studiengang

Bachelor-Studiengang Informatik

### Leistungspunkte

5 LP ab PO 2013, alte PO's 7,5 LP

### Lehrveranstaltungen

- Vorlesung „Nichtkooperative Spieltheorie“, 2 SWS
- Übung, 1 SWS

### Inhalte

- Nichtkooperative Spiele: Gegeneinander spielen
  - Grundlagen
    - Normalform, dominante Strategien und Gleichgewichte
    - Weitere Zwei-Personen-Spiele
  - Nash-Gleichgewichte in gemischten Strategien
    - Definition und Eigenschaften gemischter Nash-Gleichgewichte
    - Existenz von Nash-Gleichgewichten in gemischten Strategien
  - Schachmatt: Spielbäume in Spielen mit perfekter Information
    - Sequenzielle Zwei-Personen-Spiele
    - Gleichgewichte in Spielbäumen
  - Full House: Spiele mit unvollkommener Information
    - Das Ziegenproblem
    - Analyse einer einfachen Poker-Variante
  - Wie schwer ist es, ein Nash-Gleichgewicht zu finden?
    - Nash-Gleichgewichte in Nullsummenspielen
    - Nash-Gleichgewichte in allgemeinen Normalform-Spielen

### Lernergebnisse/Kompetenzen

Ziel in diesem Modul ist es, den Studierenden Einblicke in einige der wichtigsten Themen, Resultate, Modellbildungen und Methoden aus dem Gebiet der nichtkooperativen Spieltheorie zu vermitteln. Am Ende der Veranstaltung sollten Studierende wichtige Probleme und die zu ihrer Lösung entwickelten Algorithmen und algorithmischen Techniken nicht nur kennen, sondern sie auch selbstständig modifizieren und anwenden können. Insbesondere sollten sie in der Lage sein, „strategische Szenarien“ durch nichtkooperative Spiele zu beschreiben und Stabilitäts- und Gleichgewichtskonzepte in diesen Spielen formal zu charakterisieren. Ebenso sollten sie die Komplexität der für solche Spiele relevanten Entscheidungsprobleme (in einer geeigneten kompakten Darstellung) formal bestimmen und beschreiben können.

### Empfohlene Literatur

- Jörg Rothe (ed.): Economics and Computation: An Introduction to Algorithmic Game Theory, Computational Social Choice, and Fair Division, Springer-Verlag, 2015.

*Eine kürzere deutsche Version dieses Buches erschien als:*

- Jörg Rothe, Dorothea Baumeister, Claudia Lindner und Irene Rothe: Einführung in Computational Social Choice. Individuelle Strategien und kollektive Entscheidungen beim Spielen, Wählen und Teilen, Spektrum Akademischer Verlag (Springer), 2011.

### Ergänzende Literatur

- Martin J. Osborne and Ariel Rubinstein: A Course in Game Theory, MIT Press, 1994.
- Noam Nisan, Tim Roughgarden, Eva Tardos, and Vijay V. Vazirani (eds.): Algorithmic Game Theory, Cambridge University Press, 2008.

**Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung im Master-Studiengang Informatik
- Anwendungsfach im Bachelor-Studiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Physik
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Medizinische Physik

**Teilnahmevoraussetzungen**

Keine

**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben
- Bestehen der schriftlichen Prüfung (Klausur) oder der mündlichen Prüfung

**Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Jörg Rothe

## **Opportunistische und P2P-basierte Netzwerke**

### **Opportunistic and P2P Networks**

#### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

5 LP ab PO 2015, alte PO 7,5 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Seminar/Übung „Opportunistische und P2P-basierte Netzwerke“, 2 SWS (auf Englisch)
- Praktikum, 2 SWS

#### **Inhalte**

Das Modul richtet sich an Studierende, die bereits elementare Kenntnisse im Bereich Rechnernetze besitzen und die das wissenschaftliche Arbeiten an neuster Forschung im Rahmen von opportunistischen und P2P-basierten Netzwerken kennenlernen wollen. Nach erfolgreichem Bestehen des Moduls verstehen die Studierenden methodische und fachbezogene Grundkenntnisse in ein aktuelles Forschungsthemenfeld, erlernen Methodiken für die Konzeption und Evaluation von neuen Forschungsansätzen in diesem Themenfeld sowie das Schreiben und das gegenseitige Begutachten von wissenschaftlichen Artikeln.

Organisation des Moduls:

- Einführungsinhalte:
  - Einführung in die Methodik der wissenschaftlichen Arbeitsweise an einem (kleinen) Beispiel im Bereich Peer-to-Peer-Protokolle oder Protokolle für opportunistische Netzwerke
  - Kennenlernen gängiger Evaluationstools für Netzwerkprotokolle in diesen Forschungsbereichen
  - Einführung in die Konzeption und Begutachtung von wissenschaftlichen Artikeln
- Praktikum/Übung in Einzelarbeit oder kleinen Teams:
  - Einarbeitung in ein ausgewähltes Themenfeld aus einer Menge von Vorschlägen
  - Design eines Netzwerkprotokolls
  - Umsetzung und Evaluation in einem gängigen Evaluationstool
  - Schreiben eines wissenschaftlichen Artikels zu der Funktionsweise und Evaluation des Protokolls
  - Vorstellung der Ergebnisse auf einer universitätsinternen Konferenz

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende verstehen nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls, wie die Konzeption, Evaluation und Präsentation von neuen Forschungsergebnissen im Bereich der Peer-to-Peer-Forschung und im Bereich der opportunistischen Netzwerke stattfindet.

Studierende werden mit dem Abschluss des Moduls die Methodiken zur Erstellung, Evaluation und Beschreibung einer neuen Lösung in den genannten Forschungsbereichen anwenden können.

#### **Empfohlene Literatur**

Zu dieser Veranstaltung gibt es kein Lehrbuch

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Praktische oder Technische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

#### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- erfolgreiche Teilnahme an der praktischen Übung
- mündliche Prüfung / Präsentation

**Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Jun.-Prof. Dr.-Ing. Kalman Graffi

## **Paralleles Rechnen mit Grafikkarten**

### **Parallel Computing on Graphic Cards**

#### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

5 LP ab PO 2015, alte PO 7,5 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Paralleles Rechnen mit Grafikkarten“, 2 SWS
- Übungen, 1 SWS

#### **Inhalte**

- Aufbau von nVidia-basierten GPGPU-Karten
- Kernelprogrammierung in CUDA C
- Parallele Algorithmen
- Speicherarchitektur von Grafikkarten
- Streams
- Interoperabilität von CUDA und OpenGL

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierenden sollen nach Absolvieren der Lehrveranstaltung massiv parallele Algorithmen für nVidia-Karten in CUDA C entwickeln und optimieren können. Dafür soll auf eine solide Kenntnis der Hardware-Architektur zurückgegriffen werden können.

#### **Literatur**

- J. Sanders, E. Kandrot, „CUDA by Example“, Addison Wesley (2010)
- J. Cheng, M. Grossman, T. McKercher, „Professional CUDA C Programming“, John Wiley & Sons (2014)
- “CUDA Toolkit Documentation”, <http://docs.nvidia.com/cuda/index.html>

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Praktische oder Technische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

#### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

#### **Empfohlene Vorkenntnisse**

Solide Kenntnisse in C/C++, Linux und/oder Windows, Eclipse und/oder VisualStudio und teilweise OpenGL und GLUT.

#### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
- Abschließende Prüfung am Ende des Semesters

#### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Dr. Stephan Raub

## **Peer-to-Peer Systeme**

### **Peer-to-Peer Systems**

#### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

5 LP ab PO 2015, alte PO 7,5 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Peer-to-Peer Systeme“, 2 SWS (auf Englisch)
- Übung, 2 SWS

#### **Inhalte**

Das Modul richtet sich an Studierende, die bereits elementare Kenntnisse im Bereich Rechnernetze besitzen und die Grundlagen von Peer-to-Peer Systemen verstehen wollen. Peer-to-Peer Systeme kennzeichnen sich durch Algorithmen und Mechanismen, in denen die beteiligten Knoten sowohl Anbieter als auch Konsumenten der zur Verfügung gestellten Ressourcen sind.

Themen der Vorlesung und Übung

- Strukturierte Overlaynetzwerke (Chord, Can, Pastry, ...)
- Unstrukturierte Overlaynetzwerke (Gnutella, BubbleStorm, ...)
- Lokationsbasierte Overlaynetzwerke
- Erweiterungen von Overlaynetzwerken (Heterogenität, Anonymität, NAT ...)
- Sicherheit in Peer-to-Peer-Systemen
- BitTorrent
- Monitoring in Peer-to-Peer-Systemen

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende verstehen nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls die grundlegende Funktionsweise von Peer-to-Peer-Netzwerken und dezentralen Datenhaltungsansätzen. Sie verfügen über grundlegende praktische Kenntnisse zu der Gestaltung von Peer-to-Peer-Mechanismen, ferner lernen Sie den Umgang mit einem aktuellen Peer-to-Peer-Simulator, um selbstständig derartige Mechanismen evaluieren und tiefer verstehen zu können.

#### **Empfohlene Literatur**

- Ralf Steinmetz, Klaus Wehrle (Hrsg.): Peer-to-Peer Systems and Applications; 629 Seiten, Springer, ISBN 3-540-29192-X, 2005.
- Peter Mahlmann, Christian Schindelbauer: Peer-to-Peer-Netzwerke; 293 Seiten, Springer, ISBN 978-3-540-33991-5, 2007.

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Praktische oder Technische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

#### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

#### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- aktive Mitarbeit in Vorlesung
- erfolgreiche Teilnahme an der praktischen Übung
- mündliche Prüfung

#### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Jun.-Prof. Dr.-Ing. Kalman Graffi

# **Programmsynthese und Transformation**

## **Program Synthesis and Transformation**

### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

### **Leistungspunkte**

5 LP

### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Programmsynthese und Transformation“, 2 SWS
- Übung, 1 SWS
- Praktische Übung, 1 SWS

### **Inhalte**

Dieses Modul beschäftigt sich mit Synthese und Transformation von Programmen und Softwaresystemen. Dazu gehört sowohl die Anpassung und Optimierung bestehender Software durch partielle Auswertung, als auch die automatische Generierung individueller Algorithmen.

Die Themen sind:

- Transformation und Optimierung von Programmen
- Partielle Auswertung und Automatische Compilergenerierung
- Techniken zur Programmsynthese
- Synthese von Programmen basierend auf
  - Spezifikationen
  - Programmskizzen
  - Beispieldaten

### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sollten die Studierenden:

- Vorteile und Grenzen partieller Auswertung benennen können
- verstehen wie Programme mit Hilfe partieller Auswertung spezialisiert werden
- in der Lage sein einen partiellen Auswerter für eine gegebene (simple) Programmiersprache selber zu entwickeln
- Techniken der Programmsynthese benennen und vergleichen können
- einfache Synthesewerkzeuge implementieren können

### **Literatur**

Als Lehrbuch wird ein eigenes Skript verwendet.

### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Praktische oder Technische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- Erfolgreiche Bearbeitung der Pflichtübungen
- Bestehen der Klausur

### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Michael Leuschel

# Rechnernetze

## Computer Networks

### Studiengang

Bachelor-Studiengang Informatik

### Leistungspunkte

10 LP ab PO 2013, alte PO's 15 LP

### Lehrveranstaltungen

- Vorlesung „Rechnernetze“, 4 SWS
- Übung, 2 SWS
- Praktikum, 2 SWS

### Inhalte

Das Modul „Rechnernetze“ richtet sich an Studierende, die verstehen wollen, wie Rechnernetze aus technischer Sicht funktionieren und welche Entwicklungen in der Zukunft zu erwarten sind. Es werden einerseits die grundlegenden Fragestellungen des Gebietes untersucht und andererseits besprochen, wie diese Fragestellungen im Internet gelöst sind. Ziel des Moduls ist es, sowohl ein solides allgemeines Basiswissen im Bereich der Rechnernetze als auch praktisch einsetzbare Kenntnisse zu vermitteln. Damit die Lernziele eines Praktikumsversuchs erreicht werden, ist es erforderlich, dass sich die Studierenden inhaltlich vorbereiten. Um dies zu gewährleisten, werden Studierende nur dann zu einem Praktikumsversuch zugelassen, wenn sie vor Versuchsbeginn ein Antestat erfolgreich absolvieren.

### Themen der Vorlesung und Übung

- Einleitung und Übersicht
- Anwendungsschicht
  - World Wide Web / HTTP
  - File Transfer / FTP
  - E-Mail / SMTP
  - Domain Name System /DNS
  - Peer-to-Peer Anwendungen (Guntella/KaZaA/Bittorrent)
  - Socketprogrammierung mit UDP und TCP
- Transportschicht
  - Adressierung
  - UDP
  - Zuverlässige Datenübertragung
  - Überlastkontrolle
  - TCP
- Netzwerkschicht
  - Virtuelle Leitungen und Datagrammnetzwerke
  - Funktionsweise und Aufbau von Routern
  - Adressierung / DHCP
  - Das Internetprotokoll / IP, ICMP
  - Link State Routing, Distance Vector Routing
  - RIP, OSPF, BGP
- Sicherungsschicht
  - Rahmenbildung
  - Fehlererkennung und -korrektur
  - Medienzugriff in Lokalen Netzen
  - Adressierung / ARP
  - Ethernet, Hubs, Switches
  - PPP
  - IP over ATM und MPLS
- Multimediakommunikation
  - Anwendungen
  - Streaming
  - Multimedia über Best-Effort Netzwerke

- Multimediatechnologien / RTSP, RTP, SIP
- Differentiated Services
- Integrated Services
- Netzwerksicherheit
  - Grundlagen der Kryptographie
  - Nachrichtenintegrität
  - Authentifizierung
  - Absichern von E-Mail / PGP
  - Absichern von TCP / SSL, TLS
  - Absichern von IP / IPSec
  - Firewalls und Intrusion Detection Systeme

Themen des Praktikums:

- Netzwerkprogrammierung in Java
- Implementierung eines minimalen Webservers
- Aufsetzen eines komplexen Netzwerkes
- Konfiguration und Erprobung von Firewalls

### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende verstehen nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls die grundlegende Funktionsweise moderner Computernetzwerke. Sie verfügen über grundlegende praktische Fähigkeiten in der Netzwerkprogrammierung und der Administration von Computernetzwerken.

### **Literatur**

Das primäre Lehrbuch zu dieser Veranstaltung ist:

- James F. Kurose und Keith W. Ross: Computer Networking – A Top-Down Approach Featuring the Internet; 6th Edition; Pearson, 2012.

### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung im Master-Studiengang Informatik
- Anwendungsfach im Bachelor-Studiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Physik
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Medizinische Physik

### **Teilnahmevoraussetzungen**

Erfolgreicher Abschluss folgender Module:

- „Programmierung“
- „Rechnerarchitektur“

### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- aktive Mitarbeit in den Übungen und im Praktikum
- schriftliche Prüfung (Klausur, i.d.R. 90 Minuten)

### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Jun.-Prof. Dr. Kalman Graffi, Prof. Dr. Martin Mauve

# Relational Databases and Data Analysis

## Relational Databases and Data Analysis

### Studiengang

Master-Studiengang Informatik

### Leistungspunkte

5 LP

### Lehrveranstaltungen

- Vorlesung „Relational Databases and Data Analysis“, 2 SWS
- Übung, 2 SWS

### Inhalte

#### Lecture:

- Introduction into the relational database model and relational data warehouses;
- Design of relational databases
- Multi-dimensional modelling for (relational) data warehouses
- SQL
- OLAP
- Complex OLAP queries in SQL for data analysis

#### Exercises:

In the exercises the content of the lecture is applied and deepened. For that the exercises contain theoretical as well as practical elements. In particular, the development of complex OLAP and database queries using the language SQL can practically be carried out using a database system provided to the students.

### Lernergebnisse/Kompetenzen

Relational Databases. Students understand the relational model for databases together with its foundations (e.g. relational algebra). They are able to design relational databases and to express simple and complex database queries using SQL.

Data warehouses. Students know the basic architecture and central concepts of data warehouses and can explain them. They can design relational data warehouses using multi-dimensional modelling.

#### OLAP and complex database queries.

Students are able to understand, analyse and formulate complex OLAP and database queries using the SQL query language and its OLAP extension.

### Empfohlene Literatur

TBD

### Verwendbarkeit des Moduls

- Wahlpflichtbereich Praktische oder Technische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Wahlbereich im Master-Studiengang Artificial Intelligence and Data Science

### Teilnahmevoraussetzungen

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

Regular and active participation in the exercises

Passing the examination

Written examination or oral examination

**Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Stefan Conrad

# **Sicherheitskritische Systeme**

## **Safety-Critical Systems**

### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

### **Leistungspunkte**

5 LP ab PO 2015, alte PO 7,5 LP

### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Sicherheitskritische Systeme“, 2 SWS
- Übung, 1 SWS
- Praktische Übung, 1 SWS

### **Inhalte**

- Dieses Modul befasst sich mit der Entwicklung möglichst fehlerfreier Software mit Hilfe der formalen B- Methode.
- Die B-Methode wurde in den 80er Jahren von Jean-Raymond Abrial entworfen und hat eine sehr gute Werkzeugunterstützung (AtelierB, Rodin, ProB). Sie ist außerdem eine der am weitesten verbreiteten formalen Methoden in Europa. Ein Paradebeispiel der formalen Entwicklungsweise in B ist das erfolgreiche METEOR Projekt (Steuersystem für die automatischen Züge der Linie 14 der Pariser U-Bahn), bei dem 100,000 Zeilen von B mit Hilfe von 28,000 Beweisen in eine robuste Implementierung übersetzt wurde.

### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltungen in der Lage sein,

- Die Grundzüge der B Sprache (Syntax und Semantik) zusammenfassen können und mit klassischen Programmiersprachen vergleichen können
- neue formale Spezifikationen mit B erstellen können und dabei praktische B Werkzeuge (hauptsächlich Rodin und ProB) benutzen können
- Spezifikationen auf Fehler untersuchen zu können
- Einfache Spezifikationen auf Papier und mit Hilfe einer automatisierten Beweisumgebung (Rodin) beweisen können
- Grundlagen der Verfeinerung nutzen zu können

### **Literatur**

- J.R. Abrial: Modeling in Event-B. System and Software Engineering.
- Steve Schneider: The B-Method: An Introduction.

### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Praktische oder Technische Informatik
- Wahlpflichtbereich Theoretische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- Erfolgreiche Bearbeitung der Pflichtübungen,
- Bestehen der Klausur.

### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Michael Leuschel

## **Verfahren zur kollektiven Entscheidungsfindung Methods for Collective Decision-Making**

### **Studiengang**

Bachelor-Studiengang Informatik

### **Leistungspunkte**

10 LP ab PO 2013, alte PO's 15 LP

### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Verfahren zur kollektiven Entscheidungsfindung“, 4 SWS
- Übung, 2 SWS
- Seminar, 2 SWS

### **Inhalte**

Dieses Modul beschäftigt sich mit verschiedenen Verfahren zur kollektiven Entscheidungsfindung. Mechanismen zur kollektiven Entscheidungsfindung werden in vielen Bereichen der künstlichen Intelligenz, zum Beispiel bei der Interaktion von autonomen Agenten benötigt. Inhalt der Veranstaltung sind verschiedene Verfahren mit ihren axiomatischen und algorithmischen Eigenschaften. Zu den Verfahren gehören unter anderem:

- Judgment Aggregation
- Wahlen
- Argumentationsgraphen

### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltung in der Lage sein,

- kollektive Entscheidungsfindung in unterschiedlichen Situationen durchzuführen
- neue Verfahren zur kollektiven Entscheidungsfindung für spezielle Einsatzbereiche zu entwickeln und im Hinblick auf Ihre Eigenschaften zu untersuchen
- bekannte Verfahren zur kollektiven Entscheidungsfindung auf neue Einsatzbereiche zu übertragen
- verschiedene Verfahren zur kollektiven Entscheidungsfindung gegenüber zu stellen
- Empfehlungen für bestimmte Einsatzbereiche der kollektiven Entscheidungsfindung geben

### **Literatur**

- Economics and Computation: An Introduction to Algorithmic Game Theory, Computational Social Choice, and Fair Division. J. Rothe (ed.). Unter Vertrag bei Springer. Voraussichtliche Publikation: 2015.

Eine kürzere deutsche Version dieses Buches erschien unter dem Titel:

- Einführung in Computational Social Choice. Individuelle Strategien und kollektive Entscheidungen beim Spielen, Wählen und Teilen. Jörg Rothe, Dorothea Baumeister, Claudia Lindner, Irene Rothe. Spektrum Akademischer Verlag, 2011.

### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung im Master-Studiengang Informatik
- Anwendungsfach im Bachelor-Studiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Physik
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Medizinische Physik

### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- .1 aktive und erfolgreiche Mitwirkung in den theoretischen und praktischen Übungen
- .2 Prüfung am Ende der Veranstaltung (i.d.R. Klausur, 90 Minuten)

**Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Jun.-Prof. Dr. Dorothea Baumeister

## **Verteilte und Parallele Programmierung**

### **Distributed and Parallel Programming**

#### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

5 LP ab PO 2015, alte PO 7,5 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Verteilte und Parallele Programmierung“, 2 SWS
- Übung, 2 SWS

#### **Inhalte**

- Grundlagen der Parallelisierung
- Prozesse, Threads, Synchronisierung (mit und ohne Sperren)
- Transactional Memory
- Sockets
- Infiniband
- Fallstudien
- OpenMP
- Message Passing Interface (MPI)

In den Übungen werden die Programmiersprachen Java und C verwendet.

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltungen in der Lage sein,

- einfache Algorithmen zu parallelisieren
- die besprochenen Konzepte anzuwenden
- parallele Problemstellung korrekt zu synchronisieren und gegebene Lösungen zu bewerten

#### **Literatur**

Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Praktische oder Technische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

#### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

#### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Abschließende Prüfung am Ende des Semesters

#### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Michael Schöttner

# **Verteilte Systeme**

## **Distributed Systems**

### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

### **Kreditpunkte**

10 LP

### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung, 4 SWS
- Übung, 2 SWS

### **Inhalte**

- Architekturformen: Client-Server, P2P, Cloud, Edge, Fog
- Grundlagen: Prozesse, Threads, Synchronisierung
- Kommunikation: Sockets, entfernte Methodenaufrufe, gemeinsamer Speicher
- Namensdienste: Domain Name System, Gnutella, Chord, CAN, Pastry
- Koordination: reale und logische Zeit, wechselseitiger Ausschluss und globale Zustände (Schnappschüsse, Verklemmungen), Transaktionen
- Replikation und verschiedene Konsistenzmodelle
- Gruppenkommunikation: atomarer Multicast, Overlay-Multicast
- Fehlertoleranz: Fehlermodelle, Checkpointing
- Konsensus: flooding consensus, Paxos, byzantinische Generäle
- Verteilte Dateisysteme: NFS, CFS, IVY, OceanStore
- Sicherheit: Grundlagen der Verschlüsselung und der Authentisierung

In den Übungen gibt sowohl theoretische Aufgaben, als auch ein praktisches Projekt, in dem ein einfacher verteilter In-Memory Key-Value-Store in Java entwickelt wird. Die Implementierung soll echt verteilt in einer öffentlichen Cloud erprobt werden. Hierfür wird den Studierenden ein kostenloser Zugang zu einem Cloud-Anbieter bereitgestellt.

### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltungen in der Lage sein,

- Eigenschaften und Problemfelder Verteilter Systeme zu identifizieren.
- die Arbeitsweise verschiedener Kommunikationsmechanismen zu beschreiben, insbesondere hinsichtlich Skalierbarkeit und Fehlertoleranz.
- Algorithmen zur Datensuche in Peer-to-Peer-Systemen zu beschreiben und zu vergleichen
- Lösungsansätze für die Koordination verteilter Systeme zu vergleichen und anzuwenden
- die Konsistenzproblematik verteilter replizierter Daten einzuordnen und geeignete Konsistenzmodelle für konkrete Anwendungsfälle auszuwählen
- fehlertolerante verteilte Lösungen zu erläutern, insbesondere für das Konsensusproblem
- die Architektur verteilter Dateisysteme sowie grundlegender Sicherheitsaspekte zu beschreiben
- einfache verteilte Systeme in der Cloud zu entwickeln

### **Empfohlene Literatur**

- G. Coulouris et.al., „Distributed Systems: Concepts and Design“, Addison-Wesley, 5. Aufl. 2011
- A. Tanenbaum and M. van Steen: „Distributed Systems: Principles and Paradigms“, 3. Auflage, Prentice Hall, 2013.
- K. Birman, „Guide to Reliable Distributed Systems: Building High-Assurance Applications and Cloud-Hosted Services“, Springer, 1. Auflage, 2012.

Weitere Publikationen werden in der Vorlesung bekannt gegeben

### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Praktische oder Technische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung

- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

### **Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten**

- Die erfolgreiche Bearbeitung des Projekts ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung.
- Für die Vergabe von Kreditpunkten muss die Prüfung bestanden werden.

### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Michael Schöttner

## **Vertiefung Rechnernetze**

### **Advanced Computer Networks**

#### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

5 LP ab PO 2015, alte PO 7,5 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Vertiefung Rechnernetze“, 2 SWS
- Durcharbeiten von wissenschaftlichen Veröffentlichungen, 2 SWS

#### **Inhalte**

Rechnernetze im Allgemeinen und das Internet im Besonderen wurden seit den frühen Anfängen des ARPANET maßgeblich durch wissenschaftliche Arbeiten geprägt. Ziel der Veranstaltung ist es, das Grundwissen aus der Vorlesung Rechnernetze durch ein intensives Studium der richtungsweisenden Veröffentlichungen im Bereich Rechnernetze zu vertiefen. Um dieses Lernziel zu erreichen wird folgende Lehrform verwendet: jede Woche wird den Teilnehmern eine wissenschaftliche Veröffentlichung genannt. Diese ist prinzipiell in englischer Sprache verfasst. Die Teilnehmer\*innen arbeiten diese Veröffentlichung selbstständig durch, so dass sie in der Lage sind, deren Inhalt vor allen anderen Teilnehmern an der Tafel zu präsentieren. Jede Woche findet eine Diskussionsveranstaltung statt, bei der zufällig ausgewählte Teilnehmer\*innen die Veröffentlichung vorstellen. Anschließend diskutieren alle Teilnehmer\*innen die Veröffentlichung.

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende haben nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls ein vertieftes Verständnis der Funktionsweise von Computernetzwerken. Sie können wissenschaftliche Veröffentlichungen systematisch aufarbeiten, deren Inhalte prägnant zusammenfassen und kritisch bewerten.

#### **Literatur**

Zu dieser Veranstaltung gibt es kein Lehrbuch.

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Praktische oder Technische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

#### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

#### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- aktive Mitarbeit in Vorlesung
- aktive Vorbereitung der Veröffentlichungen
- mündliche Prüfung

#### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Martin Mauve

## **Von NAND zu Tetris**

### **From NAND to Tetris**

#### **Studiengang**

Bachelor-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

5 LP ab PO 2013, alte PO's 7,5 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Von NAND zu Tetris“, 2 SWS
- Übung, 2 SWS
- Projekt, 2 SWS

#### **Inhalte**

Diese Veranstaltung bietet eine Reise durch verschiedene Gebiete der Informatik um dabei ein Gesamtbild über die prinzipielle Funktionsweise von Computern vermitteln. Ausgehend von dem NAND-Gatter werden alle wichtigen Hardware-Komponenten eines Computers in einer Simulation nachgebaut, ALU, CPU, RAM, etc. Für die im Rahmen der Vorlesung entwickelte CPU und die dazugehörige Maschinensprache werden schrittweise eine Assemblersprache, eine virtuelle Maschine und eine Programmiersprache sowie der dazugehörige Compiler entwickelt. Mit all diesen Werkzeugen werden schließlich ein einfaches Betriebssystem und Anwendungsprogramme entwickelt.

Die Vorlesung wird begleitet von Übungen. Die eigenständige praktische Anwendung des Gelernten soll im Fokus der Veranstaltung liegen. Die Studierenden entwickeln in den Übungen die diversen in der Vorlesung vorgestellten Komponenten moderner Computer.

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Die Studierenden soll einen Gesamtüberblick über Funktionsweise eines Computers bekommen und auf jeder Ebene (von der untersten Hardwareebene bis zur höchsten Softwareebene)

- die Grundprinzipien erläutern und bewerten können
- eigenständig neue Funktionalitäten auf dieser Eben entwickeln zu können.

#### **Literatur**

- Noam Nisan, Shimon Schocken "The Elements of Computing Systems: Building a Modern Computer from First Principles", MIT Press.

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung im Master-Studiengang Informatik
- Anwendungsfach im Bachelor-Studiengang Mathematik und Anwendungsgebiete
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Physik
- Nebenfach im Bachelor-Studiengang Medizinische Physik

#### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

- aktive Teilnahme an den Übungen
- erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben
- abschließende Prüfung (i.d.R. schriftlich)

#### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Prof. Dr. Michael Leuschel, Jens Bendisposto, John Witulski

## **Zeichnen von Graphen**

### **Graph Drawing**

#### **Studiengang**

Master-Studiengang Informatik

#### **Leistungspunkte**

5 LP ab PO 2015, alte PO 7,5 LP

#### **Lehrveranstaltungen**

- Vorlesung „Zeichnen von Graphen“, 2 SWS
- Übung, 2 SWS

#### **Inhalte**

Beim Zeichnen von Graphen betrachtet man das Problem der Visualisierung struktureller Informationen, welche sich als Graphen darstellen lassen. Das automatische Zeichnen von Graphen hat wichtige Anwendungen in vielen Bereichen der Informatik, wie z.B. Datenbanken, VLSI- und Netzwerk-Design, Software Engineering und visuelle Benutzerschnittstellen. Dieses Modul befasst sich mit verschiedenen Arten zum Zeichnen von Graphen und Algorithmen, welche diese Zeichnungen konstruieren.

- Grundlagen
- Zeichnen von Bäumen
- Zeichnen von planaren Graphen
- Flüsse und orthogonale Zeichnungen
- Hierarchische Zeichenverfahren
- Kräftebasierte Zeichenverfahren

#### **Lernergebnisse/Kompetenzen**

Studierende sollen nach Absolvierung der Lehrveranstaltungen in der Lage sein,

- die besprochenen Zeichenvarianten für Graphen zu erläutern und formal zu definieren
- die behandelten Algorithmen zu verstehen und für konkrete Eingaben Zeichnungen zu konstruieren
- für die Algorithmen zum Zeichnen auf Gittern den Platzbedarf von Zeichnungen zu ermitteln
- Vor- und Nachteile spezieller Grapheneigenschaften beim Zeichnen zu hinterfragen

#### **Literatur**

- G. Di Battista, P. Eades, I.G. Tollis, R. Tamassia: Graph Drawing: Algorithms for the Visualization of Graphs, Prentice Hall, 1999.
- M. Jünger, P. Mutzel: Graph Drawing Software, Springer Verlag, 2004.
- M. Kaufmann, D. Wagner: Drawing Graphs: Methods and Models, Springer Verlag, 2001.
- T. Nishizeki, MD S. Rahman: Planar Graph Drawing, World Scientific Pub Co, 2004.

#### **Verwendbarkeit des Moduls**

- Wahlpflichtbereich Theoretische Informatik
- Schwerpunktbereich
- Individuelle Ergänzung
- Anwendungsfach für den Ergänzungsbereich im Master-Studiengang Mathematik

#### **Teilnahmevoraussetzungen**

Bachelor-Studierende müssen die Voraussetzungen für den Vorgriff auf Mastermodule erfüllen.

#### **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten**

Aktive Mitarbeit in den Übungen, Abgabe der Übungsaufgaben, Bestehen der Klausur zum Ende des Semesters

#### **Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende**

Priv.-Doz. Dr. Frank Gurski