

Visual & Medical Computing (VMC)

Handreichung für Studierende im Studiengang Master Informatik an der Uni Bremen (ab Nov 2020)

Beteiligte AG's

- Prof. Frese (Multisensorische interaktive Systeme)
- Prof. Hahn (Digitale Medizin)
- Prof. Zachmann (Computergraphik und Virtuelle Realität)

Description of the Profile (Abstract)

Visual & Medical Computing comprises all areas of computer science that deal with the highly fascinating as well as useful world of digital images and medical data. This comprises synthesis of images (e.g., for animation movies), analysis of volumetric images (e.g., for detecting and quantifying diseases in the human body), correlation to non-image data (e.g., for predictive pattern recognition), visual perception (e.g., detecting objects in images), or extended reality, to name but a few. There is, of course, a huge multitude of other scientific problems and challenges in visual & medical computing as well.

The methods and theories of VMC can be applied in a wide number of application areas, ranging from healthcare, robotics, computer and mobile games, virtual reality, movie industries, autonomous driving, manufacturing industries, and many more. In order to strengthen the link to practice, external experts will be invited to the university and integrated into the teaching operations.

VMC as a field draws from a rich variety of other computer science disciplines and employs a broad set of very dynamic and diverse methods. Some of the methods relevant in VMC are rendering, machine learning, algorithms and data structures, optimization, linear algebra, human-computer interaction, geometric computing, and physically-based simulation.

Beschreibung des Schwerpunktes (Zusammenfassung)

Visual & Medical Computing umfasst alle Bereiche der Informatik, die sich mit der gleichermaßen faszinierenden als auch nützlichen Welt der digitalen Bilder und medizinischen Daten befassen. Diese beinhaltet die Synthese von Bildern (z.B. für Animationsfilme), die Analyse volumetrischer Bilder (z.B. zur Detektion und Quantifizierung von Krankheiten im menschlichen Körper), die Korrelation zu Nicht-Bilddaten (z.B. zur prädiktiven Mustererkennung), die visuelle, maschinelle Wahrnehmung (z.B. zur Objekterkennung), oder die erweiterte Realität sein, um nur einige zu nennen. Es gibt darüber hinaus eine riesige Vielzahl anderer wissenschaftlicher Probleme und Herausforderungen im Bereich der visuellen und medizinischen Datenverarbeitung.

Die Methoden und Theorie des VMC finden eine Vielzahl von Anwendungsbereichen, die von der Medizin, Robotik, Computer- und Handyspielen, virtueller Realität, Filmindustrie, autonomem Fahren, bis zur Fertigungsindustrie und vielen anderen reichen. Um den Bezug

zur Praxis zu stärken, werden externe Experten an die Universität eingeladen und in den Lehrbetrieb integriert.

VMC als Fachgebiet hat zahlreiche Verbindungen zu anderen Informatikdisziplinen und bedient sich einer breiten Palette sehr dynamischer und vielfältiger Methoden. Einige der für VMC relevanten Methoden sind Rendering, maschinelles Lernen, Algorithmen und Datenstrukturen, Optimierung, lineare Algebra, Mensch-Computer-Interaktion, Computational Geometry, und physikalisch-basierte Simulation.

Empfehlungen für das Bachelor-Studium

Der Schwerpunkt VMC stellt keine formalen Vorbedingungen, d.h., unabhängig von der Wahl der Vorlesungen im Bachelor können alle Studierenden der Informatik den Schwerpunkt VMC im Master anstreben.

Es empfiehlt sich allerdings, wenigstens eine der beiden folgende Vorlesungen als Vorbereitung für den Schwerpunkt VMC schon im Bachelor zu hören: Computergraphik (Zachmann) und Sensordatenverarbeitung (Frese, Schultz). Darüber hinaus sind auch folgende Vorlesungen für den Schwerpunkt sinnvoll: Grundlagen des Maschinellen Lernens (Schultz), Human Computer Interaction (Malaka), Grundlagen der Medieninformatik 1 (Malaka, Schöning, Frese), Propädeutikum C/C++ .

Teilweise hilfreich sind auch Methoden aus den folgenden Vorlesungen: Operations Research (Megow), Game Engines (Beetz), Grundlagen der Medieninformatik 2 (Malaka, Schöning, Frese), Biosignale und Benutzerschnittstellen (Schultz).

Aber auch folgende Fachgebiete sind von Relevanz: Lineare Algebra, Programmiersprachen (C++, Python, Javascript etc.), Datenbanken, quantitative Methoden für statistische Analyse.

Diese Liste soll der Orientierung dienen; individuelle Schwerpunkte gemäß Interessen, Fähigkeiten und konkreter Anwendung werden begrüßt.

Struktur des Schwerpunktes VMC im Master

Alle Schwerpunkte orientieren sich an folgender allgemeiner Strukturierung des Master-Studienganges, hier für den Schwerpunkt VMC dargestellt:

Allgemeine Struktur des Master mit Schwerpunkt VMC

Semester	Zu belegende Module				
1	Kern (IMK-VMC) (6)	Aufbau Praktische Inform. (IMAP-VMC) (6)	Aufbau Theoretische Inform. (6)	PM & WK (6)	General Studies (6)
2	Aufbau Informatik (IMA-VMC) (6)	Master-Projekt im Bereich VMC (24)		Vertiefung Theor. Inform. / Vertiefung Angewandte Inform. (IMVT/IMVA) (6)	General Studies (6)
3	Vertiefung Praktische Inform. (IMP-VMC) (6)			Vertiefung Informatik (6)	General Studies (3) Master-Seminar (3)
4	Master Thesis im Bereich VMC (30)				

In Klammern sind die jeweils zu erreichenden CP's (ECTS) angegeben.

Für eine Qualifizierung für das Zertifikat "Visual and Medical Computing" im Zeugnis müssen die *blauen* Blöcke wie folgt belegt werden.

Master-Projekt und Master-Arbeit

Diese müssen in einer der an VMC beteiligten AG's (s.o.) durchgeführt werden.

Kern (IMK-VMC)

Hier muss das Kern-Modul *Deep-Learning- und 3D-Bildverarbeitung* (Frese) belegt werden.

Aufbau Praktische Informatik (IMAP-VMC)

Es muss eine Vorlesung aus folgendem Katalog gewählt werden (Master Basis):

- Advanced Computer Graphics (Zachmann)
- Medizinische Bildverarbeitung (Hahn)
- Virtual Reality and Physically-Based Simulation (Zachmann)

Aufbau Informatik (IMA-VMC)

Ebenso muss aus dem folgenden Katalog eine Vorlesung gewählt werden:

- Eine Veranstaltung aus IMAP-VMC, oder
- Healthcare IT (Hahn)
- Fundamentals in Machine Learning
- Entertainment Computing (Malaka)
- Current Topics in Human Computer Interaction (Schöning)

Vertiefung Praktische Informatik (IMVP-VMC)

Aus folgender Liste muss eine Veranstaltung gewählt werden:

- Eine der Veranstaltungen aus den Listen IMAP-VMC oder IMA-VMC, oder
- Massively-Parallel Algorithms (Zachmann)
- Semantic 3D-Perception for Robotic Systems (Michael Suppa)
- Rechnernetze – Media Networking (Bormann)
- Systeme hoher Sicherheit und Qualität
- Software Reengineering (Koschke)
- Wearable Computing
- Fundamentals in AI
- Reinforcement Lernen (Kirchner)
- Codierung und Datenkompression (Zetsche)
- Bioinspirierte Mustererkennung und Szenenanalyse (Zetsche)
- Cognitive Modeling
- Umgang mit unsicherem Wissen

Vertiefung Theoretische Informatik oder Vertiefung Angewandte Informatik (IMVT/IMVA-VMC)

Aus folgender Liste muss eine Veranstaltung gewählt werden:

- Computational Geometry (Zachmann)
- Theorie der Sensorfusion (Frese)
- Embodied Interaction
- Approximation Algorithms (Megow)
- Numerik 1 (Ronald Stöver, Matthias Knauer, Andreas Rademacher, Mathematik; nur $\frac{2}{3}$ der VL hören für 6 CP)

Weitere Empfehlungen

Bei der Wahl der Veranstaltungen für das Modul *General Studies* empfehlen wir neben den obigen Veranstaltungen auch folgende Veranstaltungen, die hilfreiche Kenntnisse und Methoden für eine spätere Anwendung im Bereich Visual and Medical Computing vermitteln:

- Deep Learning für Medizinische Bildverarbeitung (Hans Meine, Seminar)
- Seminar oder Proseminar in der Mathematik (vorausgesetzt es gibt freie Plätze; gerade in Visual Computing nimmt der Bedarf an mathematischen Methoden zu)
- Numerik partieller Differentialgleichungen (Alfred Schmidt, Mathematik)
- Algorithmische Diskrete Mathematik (Megow)

Insbesondere die o.g. Veranstaltungen aus der Mathematik finden zunehmend Anwendung in der Forschung im Bereich Visual Computing. Bei Interesse an den mathematikvorgesungen sollte man zu Beginn der Vorlesung schon mit dem Dozenten klären, dass bzw. wie ein Erwerb von 6 CP's möglich ist.

Für Interessenten in Medical Computing kommen zusätzlich folgende Veranstaltungen in Betracht:

- Einführung in die Molekulargenetik (WS, 02-02-PM1-22)
- Medizinische Grundlagen (WS, 11-56-1-M62-1)
- Epidemiologie (WS, 11-M 66-1 M3-1)
- Grundlegende Methoden der angewandten Statistik (WS, 03-M-GS-3)
- Physikalische Grundlagen der Medizinischen Bildgebung (SS, 01-03-BPhy6-V)
- Biophysikalische Modellierung (SS, 01-03-CMS6-V)
- Allgemeine Humangenetik (SS, 02-02-PM1-34)
- Management im Gesundheitswesen (SS, 11-M63-2-M5-V-½)

Die Teilnahme bei "externen" Veranstaltungen für Informatik-Student_innen wurde individuell mit den jeweiligen Dozenten abgestimmt.

Ansprechpartner für Fragen

Bei Fragen zur Ausgestaltung bzw. konkreten Wahl der Veranstaltungen für den Schwerpunkt Visual and Medical Computing stehen zur Verfügung:

- Prof. Udo Frese, Tel.: (+49) 421-218-64207, ufrese@informatik.uni-bremen.de
- Prof. Horst Hahn: Sprechstunde jeden Mittwoch 14:00-15:00 (online), horst.hahn@mevis.fraunhofer.de, Tel. 0421 218 59002
- Prof. Gabriel Zachmann: Sprechstunde jeden Montag 18:00 - 19:30, ohne Voranmeldung. Raum: MZH 3510, Tel.: siehe <https://cgvr.cs.uni-bremen.de/>