

---

**Modulbezeichnung:** Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung (IVMSP) 5 ECTS  
 (Image, Video, and Multidimensional Signal Processing)

Modulverantwortliche/r: André Kaup  
 Lehrende: André Kaup

---

Startsemester: WS 2022/2023	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung (WS 2022/2023, Vorlesung, 2 SWS, André Kaup)  
 Übung zu Bild-, Video- und mehrdimensionaler Signalverarbeitung (WS 2022/2023, Übung, 2 SWS, Andy Regensky)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Vorlesung Signale und Systeme I und II

---

**Inhalt:**

**Punktoperationen**

Histogrammausgleich, Gamma-Korrektur

**Binäroperationen**

Morphologische Filter, Erosion, Dilatation, Opening, Closing

**Farbräume**

Trichromat, RGB- Farbraum, HSV-Farbraum

**Mehrdimensionale Signale und Systeme**

Theorie mehrdimensionaler Signale und Systeme, Impulsantwort, lineare Bildfilterung, Leistungsspektrum, Wiener Filter

**Interpolation von Bildsignalen**

Bilineare Interpolation, Bicubische Interpolation, Spline Interpolation

**Merkmalsdetektion in Bildern**

Bildmerkmale, Kantendetektion, Hough Transformation, Harris Ecken Detektor, Texturmerkmale, Grauwertematrix

**Skalierungsraumdarstellung**

LoG, DoG, SIFT, SURF

**Bildabgleich**

Projektive Abbildungen, Blockabgleich, Optischer Fluss, Merkmalsbasierter Abgleich mittels SIFT und SURF, RANSAC

**Bildsegmentierung**

Amplituden Schwellenwertermittlung, K-Means Clustering, Bayes Klassifikation, Regionen-basierte Segmentierung, kombinierte Segmentierung und Bewegungsschätzung, zeitliche Segmentierung von Videos

**Bildverarbeitung im Transformationsbereich**

Unitäre Transformation, Karhunen-Loeve Transformation, separable Transformationen, Haar und Hadamard Transformation, DFT, DCT

**Content:**

**Point operations**

Histogram equalization, gamma correction

**Binary operations**

Morphological filters, erosion, dilation, opening, closing

**Color spaces**

Trichromacy, red-green-blue color spaces, color representation using hue, saturation and value of intensity

**Multidimensional signals and systems**

Theory of multidimensional signals and systems, impulse response, linear image filtering, power spectrum, Wiener filtering

### **Interpolation of image signals**

Bi-linear interpolation, bi-cubic interpolation, spline interpolation

### **Image feature detection**

Image features, edge detection, Hough transform, Harris corner detector, texture features, co-occurrence matrix

### **Scale space representation**

Laplacian of Gaussian, difference of Gaussian, scale invariant feature transform, speeded-up robust feature transform

### **Image matching**

Projective transforms, block matching, optical flow, feature-based matching using SIFT and SURF, random sample consensus algorithm

### **Image segmentation**

Amplitude thresholding, k-means clustering, Bayes classification, region-based segmentation, combined segmentation and motion estimation, temporal segmentation of video

### **Transform domain image processing**

Unitary transform, Karhunen-Loeve transform, separable transform, Haar and Hadamard transform, DFT, DCT

## **Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- verstehen Punktoperationen an Bilddaten und Gamma-Korrektur
- testen die Wirkung von Rangordnungs- und Medianfiltern an Bilddaten
- unterscheiden und bewerten verschiedene Farbräume für Bilddaten
- erklären das Prinzip der zwei-dimensionalen linearen Filterung für Bildsignale
- berechnen und bewerten die zweidimensionale diskrete Fourier-Transformierte eines Bildsignales
- bestimmen vergrößerte diskrete Bildsignale mit Methoden der bilinearen und Spline-Interpolation
- überprüfen Bilddaten auf ausgewählte Textur-, Kanten- und Bewegungsmerkmale
- analysieren Bild- und Videodaten auf Merkmale in unterschiedlichen Scale-Spaces
- erläutern und beurteilen Methoden für das Matching von Bilddaten
- segmentieren Bilddaten durch Programmierung von einfachen Klassifikations- oder Clustering-Verfahren
- verstehen das Prinzip von Transformation auf Bilddaten und können diese an Beispielen anwenden.

The students

- understand point operations for image data and gamma correction
- test the effects of rank order and median filters for image data
- evaluate and differentiate between different color spaces for image data
- explain the principle of two-dimensional linear filtering for image signals
- calculate and evaluate the two-dimensional discrete Fourier transform of an image signal
- determine enlarged discrete image signals by bi-linear and spline interpolation
- verify image data for selected texture, edge and motion features
- analyze image and video data for features in different scale spaces
- explain and evaluate methods for the matching of image data
- segment image data by implementing basic classification and clustering methods
- understand the principle of transformations on image data and apply them exemplarily

## **Literatur:**

J.-R. Ohm: *Multimedia Content Analysis*, Springer, 2016

J. W. Woods: *Multidimensional Signal, Image, and Video Processing and Coding*, Academic Press, 2<sup>nd</sup> edition, 2012

---

## **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

### **[1] Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)**

(Po-Vers. 2016w | TechFak | Communications Engineering (Master of Science) | Gesamtkonto | Wahlmodule | Technical Electives | Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung)

- [2] **Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2020w | TechFak | Communications Engineering (Master of Science) | Gesamtkonto | Technical Electives | Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung)
- [3] **Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2021w | TechFak | Communications Engineering (Master of Science) | Gesamtkonto | Technical Electives | Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung)
- [4] **Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2011 | TechFak | Communications and Multimedia Engineering (Master of Science) | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule | Technische Wahlpflichtmodule | Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung)
- [5] **Communications and Multimedia Engineering (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2011 | TechFak | Communications and Multimedia Engineering (Master of Science) | Gesamtkonto | Wahlmodule | Technische Wahlmodule | Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung)
- [6] **Computational Engineering (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2016w | TechFak | Computational Engineering (Master of Science) | Gesamtkonto | Wahlpflichtbereich Technisches Anwendungsfach | Information Technology - DSP | Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung)
- [7] **Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2013 | TechFak | Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science) | Gesamtkonto | Wahlpflichtbereich Technisches Anwendungsfach | Information Technology - DSP | Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung)
- [8] **Information and Communication Technology (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2019s | TechFak | Information and Communication Technology (Master of Science) | Gesamtkonto | Pflicht- und Wahlpflichtmodule der Studienschwerpunkte | Schwerpunkt Networks and Digital Communication | Wahlpflichtmodul aus EEI im Schwerpunkt Networks and Digital Communication | Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung)
- [9] **Information and Communication Technology (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2019s | TechFak | Information and Communication Technology (Master of Science) | Gesamtkonto | Pflicht- und Wahlpflichtmodule der Studienschwerpunkte | Schwerpunkt Media Processing Systems | Wahlpflichtmodul aus EEI im Schwerpunkt Media Processing Systems | Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung)
- [10] **Information and Communication Technology (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2019s | TechFak | Information and Communication Technology (Master of Science) | Gesamtkonto | Wahlmodule | Wahlmodule aus dem Angebot von EEI und Informatik | Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung)
- [11] **Information and Communication Technology (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2019s | TechFak | Information and Communication Technology (Master of Science) | Gesamtkonto | Wahlmodule | Wahlmodule aus dem Angebot der Technischen Fakultät oder der Naturwissenschaftlichen Fakultät | Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung)
- [12] **Medizintechnik (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2013 | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M5 Medizintechnische Vertiefungsmodulare (BDV) | Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung)
- [13] **Medizintechnik (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2013 | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | Studienrichtung Medizinelektronik | M5 Medizintechnische Vertiefungsmodulare (MEL) | Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung)
- [14] **Medizintechnik (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2018w | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M5 Medizintechnische Vertiefungsmodulare (BDV) | Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung)
- [15] **Medizintechnik (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2018w | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | Studienrichtung Medizinelektronik | M5 Medizintechnische Vertiefungsmodulare (MEL) | Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung)
- [16] **Medizintechnik (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2019w | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M5 Medizintechnische Vertiefungsmodulare (BDV) | Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung)

**[17] Medizintechnik (Master of Science)**

(Po-Vers. 2019w | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinelektronik | M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) | Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung)

**[18] Medizintechnik (Master of Science)**

(Po-Vers. 2019w | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Study Field Health and Medical Data Analytics | M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) | Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung)

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung (Prüfungsnummer: 63121)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Englisch

Erstablingung: WS 2022/2023, 1. Wdh.: SS 2023

1. Prüfer: André Kaup

---

**Bemerkungen:**

This lecture replaces the previous lecture Visual Computing for Communication (VCC).