
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, 2nd 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 Vertiefungsmodule (BDV) | Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung)
- [13] **Medizintechnik (Master of Science)**
(Po-Vers. 2013 | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | Studienrichtung Medizinelektronik | M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (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 Vertiefungsmodule (BDV) | Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung)
- [15] **Medizintechnik (Master of Science)**
(Po-Vers. 2018w | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | Studienrichtung Medizinelektronik | M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (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 Vertiefungsmodule (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).