Seminar mit Praktikum Oberflächeninspektion

Online-Klassifikation von Farbtexturen

Fraunhofer Allianz Vision

02.-04. Dez. 2014 Fraunhofer IOSB Karlsruhe

Dr.-Ing. Mattias Mende

Dipl.-Inf. Thomas Wiener

Fraunhofer Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU Chemnitz

Fraunhofer IWU

Seminar mit Praktikum Oberflächeninspektion

Online-Klassifikation von Farbtexturen



Inhalt:

- Einleitung
- Bildsegmentierung
- Merkmalsextraktion
- Robuste Klassifikation
- Datenanalyseprogramm
- Ergebnisse
- Zusammenfassung

1 Einleitung

Allgemeine Aufgaben zur Online-Textur-Klassifikation

- Unempfindlichkeit bei
  - Positions- und Winkeländerungen der Texturen
  - Abstandsänderungen zur Kamera

- Störsicherheit bei
  - Änderungen der Umgebungshelligkeit
  - Schattenbildungen auf den Texturen
  - partiellen Verschmutzungen

- Robustheit bei
  - ähnlichen aber anderen Klassen zugehörigen Texturen
  - Texturen auf sphärisch oder asphärisch gewölbten Oberflächen

1 Einleitung

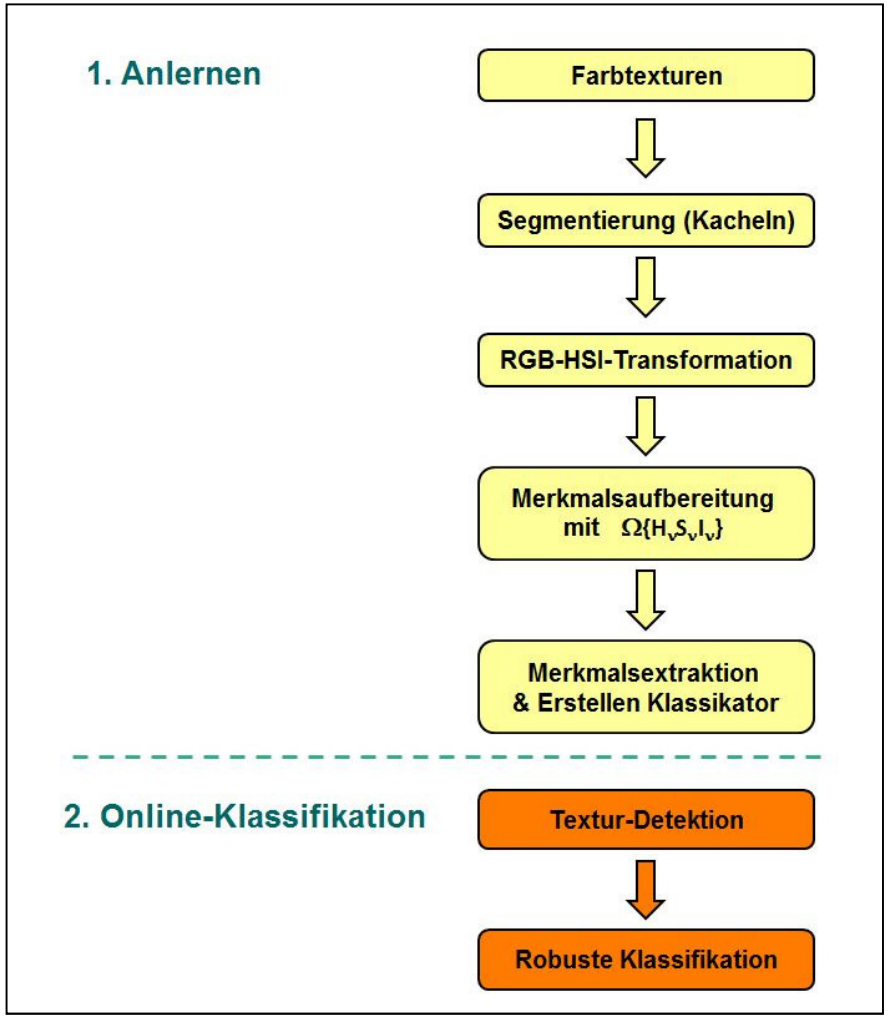


Abb.1. Allgemeine Schritte zur Klassifikation von Farbtexturen:

1. Anlernen der Texturklassen

2. Online-Klassifikation mit Ausgabe der momentanen Textur

2 Bildsegmentierung

Indem die Werte benachbarter Pixel (z.B.32x32) zu Segmenten zusammengefasst werden, können charakteristische Texturmerkmale zur Verfügung gestellt werden

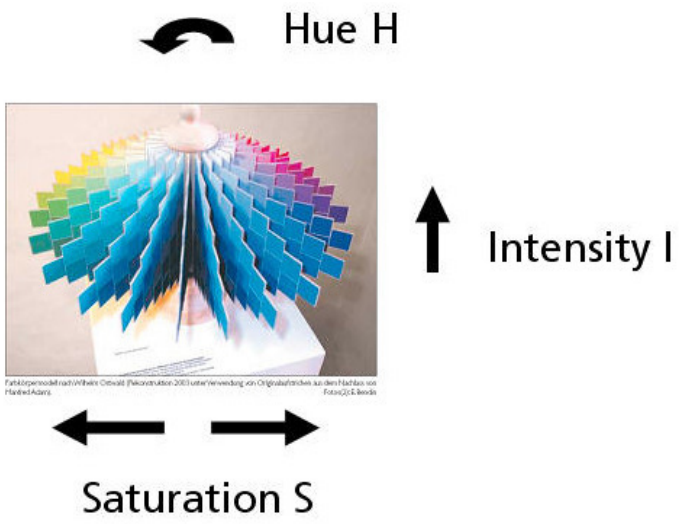


Abb.2.1a) HSI-Farbkugel-Modell [3]

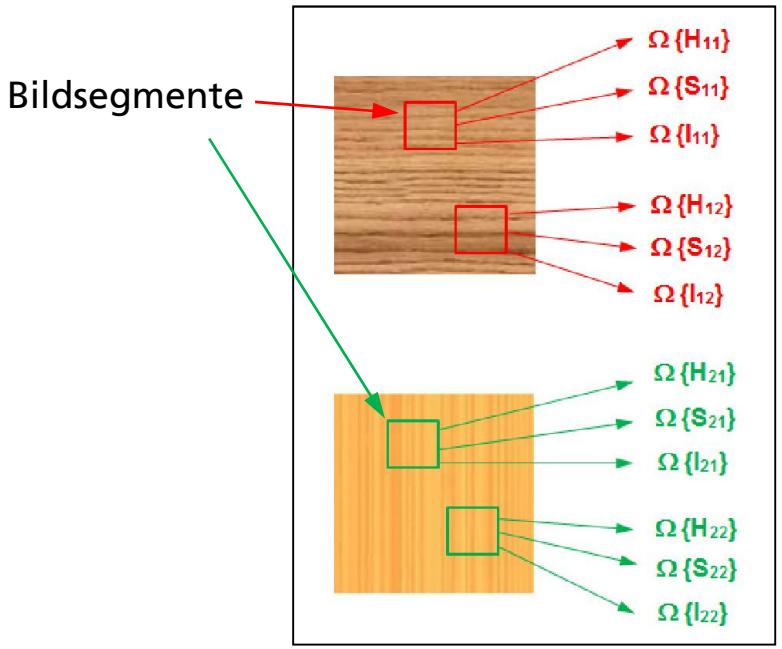


Abb.2.1b) Bildsegmentierung von 2 Texturklassen mit je 2 Kacheln

3 Merkmalsextraktion

1.Schritt:
RGB-HSI-Transformation der Pixelwerte

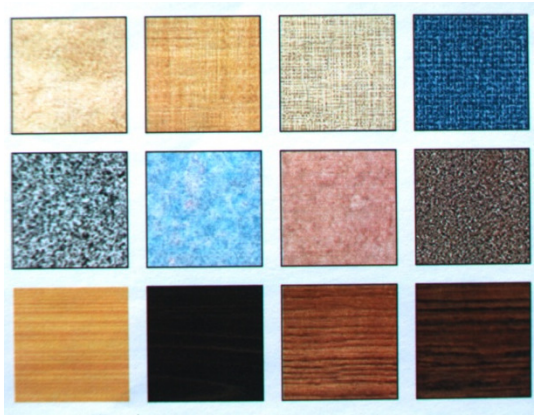


Abb.3.1a) Originalbild mit RGB-Farb-Texturen (32Bit)

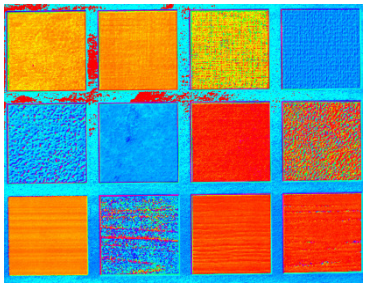


Abb.3.1b) Farbton H (>8Bit)

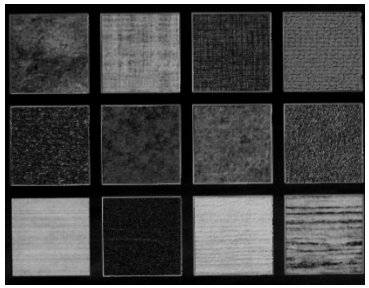


Abb.3.1c) Farbsättigung S (8Bit)

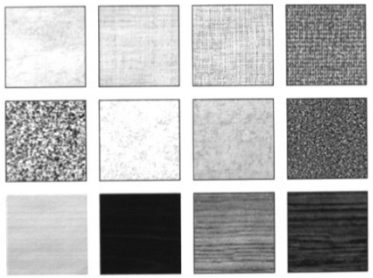


Abb.3.1d) Helligkeit I (8Bit)

3 Merkmalsextraktion

Mittlerer Teil des Bildes: Farbtonbild H nach RGB-HSI-Transformation

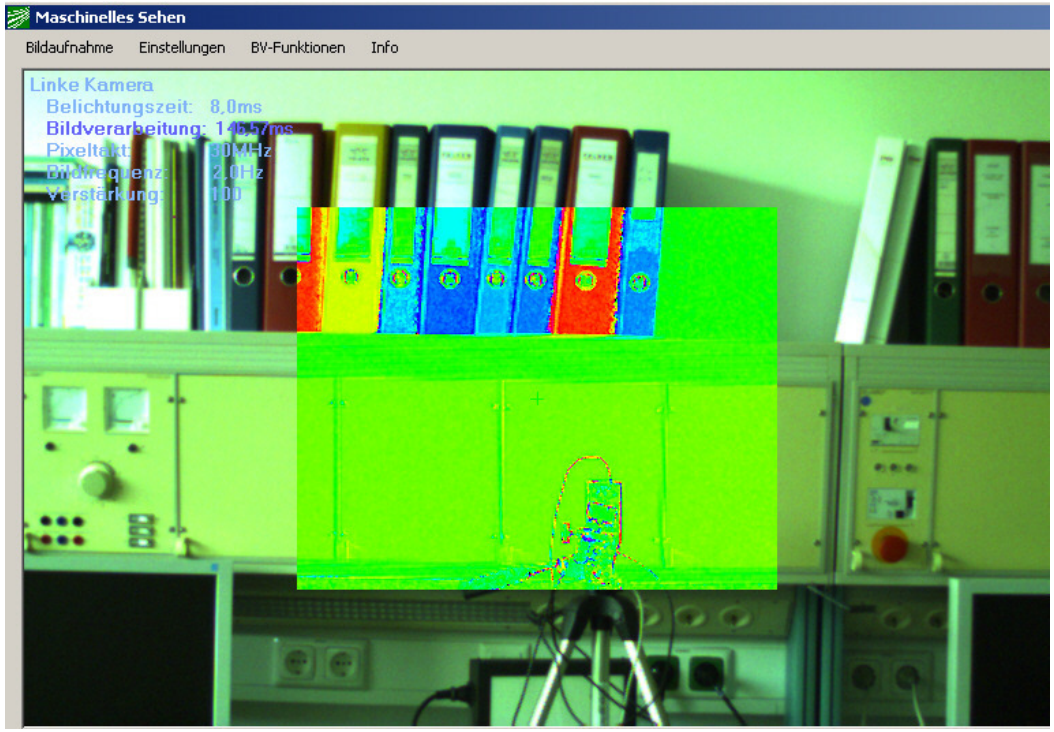


Abb.3.2a) Merkmals-Invarianz von H gegenüber Helligkeitsänderungen (t_i = 8ms)

3 Merkmalsextraktion

Mittlerer Teil des Bildes: Farbtonbild H nach RGB-HSI-Transformation

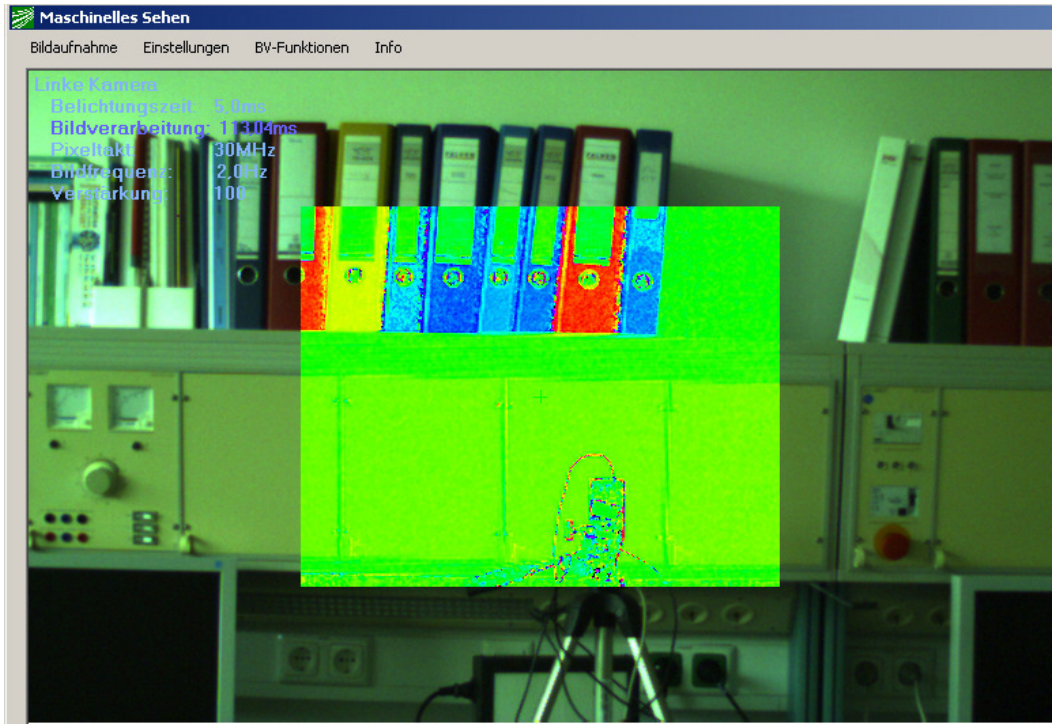


Abb.3.2b) Merkmals-Invarianz von H gegenüber Helligkeitsänderungen (t_i = 5ms)

3 Merkmalsextraktion

Mittlerer Teil des Bildes: Farbtonbild H nach RGB-HSI-Transformation

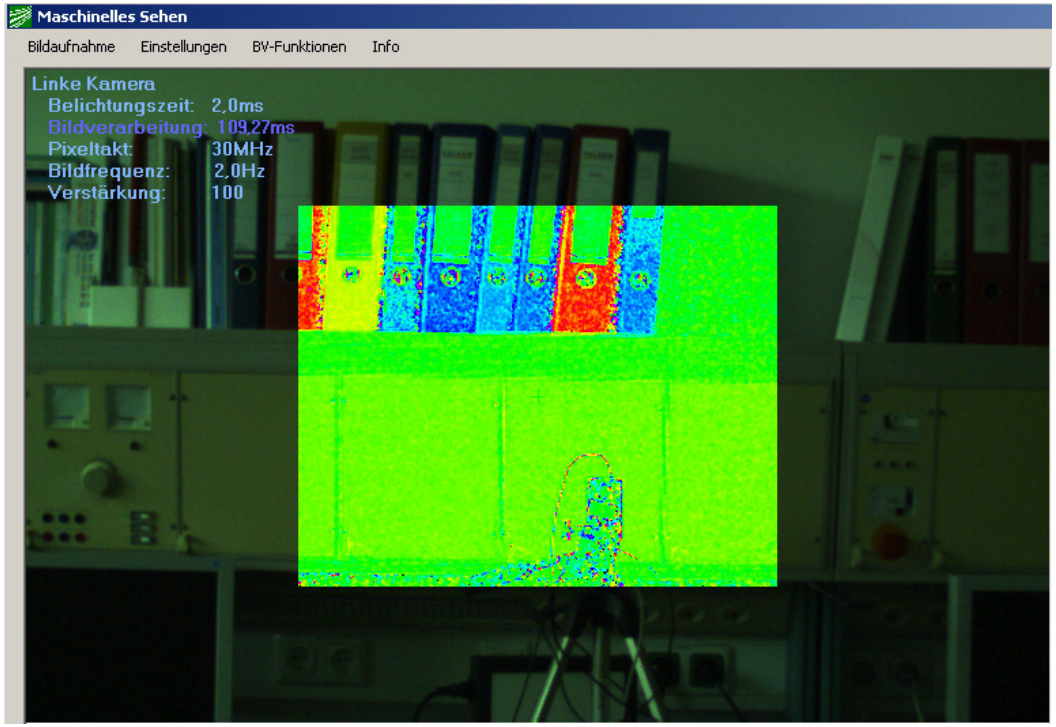


Abb.3.2c) Merkmals-Invarianz von H gegenüber Helligkeitsänderungen (t_i = 2ms)

3 Merkmalsextraktion

Mittlerer Teil des Bildes: Farbtonbild H nach RGB-HSI-Transformation

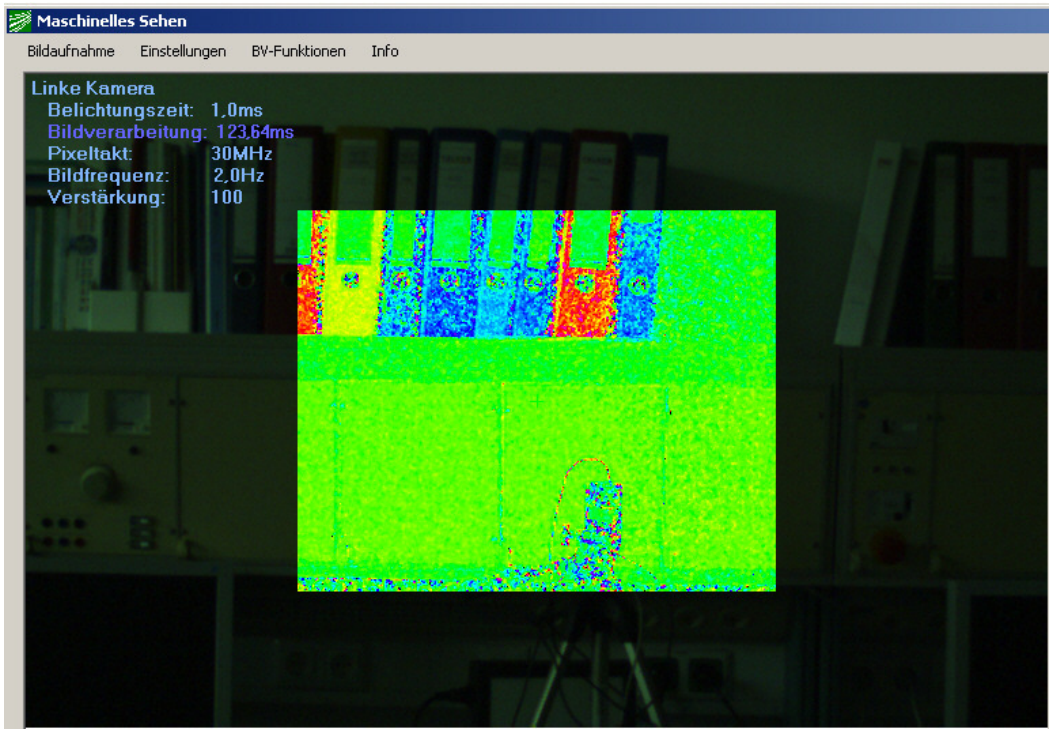


Abb.3.2d) Merkmals-Invarianz von H gegenüber Helligkeitsänderungen (t_i = 1ms)

3 Merkmalsextraktion

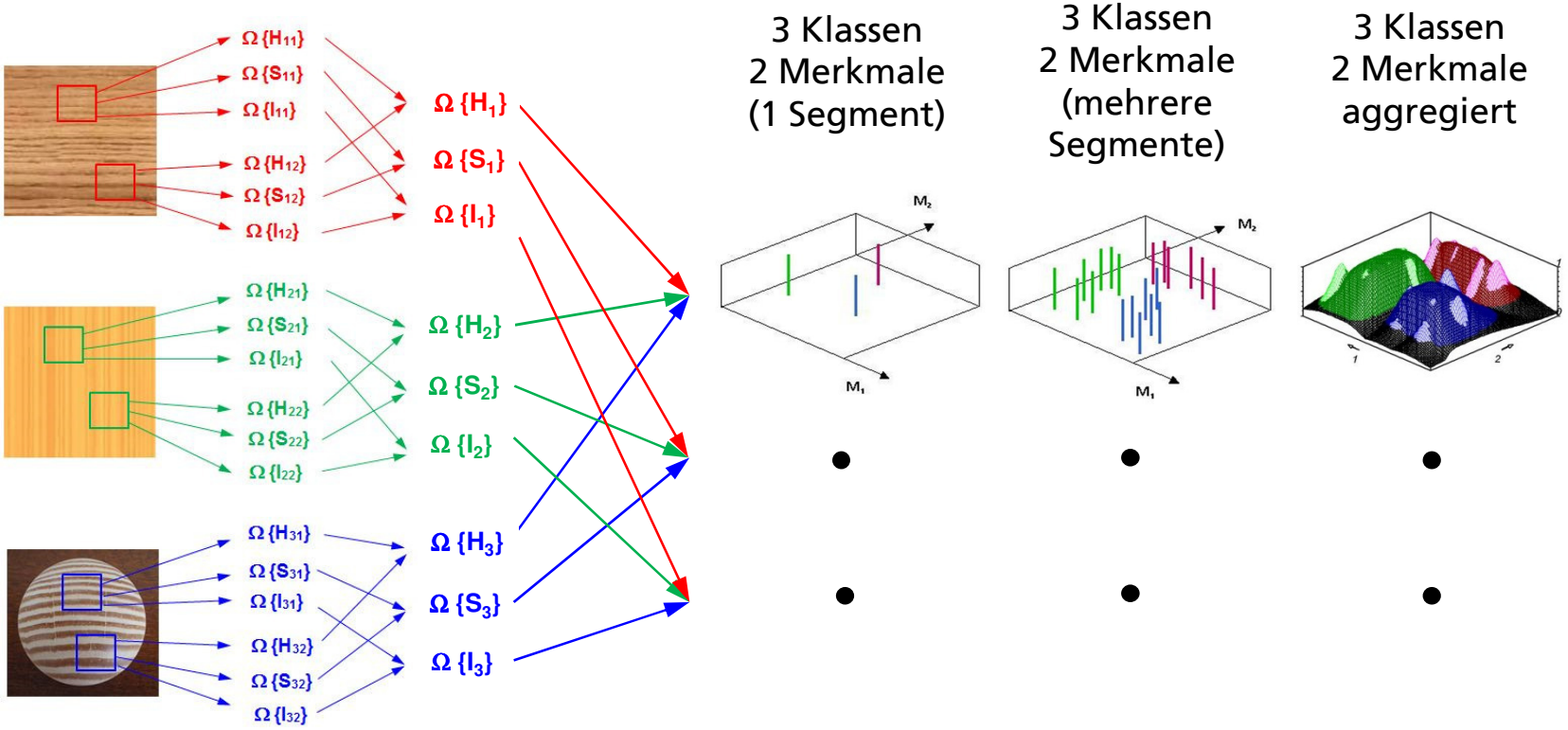


Abb.3.3. 2.Schritt: Transformation der HSI-Kachelgrößen $\Omega\{H_{\mu\nu}\, S_{\mu\nu}\, I_{\mu\nu}\}$ für 3 Texturklassen (rot, grün und blau) mit je 2 Merkmalen $M_{1/2}$

3 Merkmalsextraktion

Merkmale	Ereignis im Originalbereich						
	Helligkeits-änderung	Trans-lation	Ska-lierung	Ska-lierung*	Rotation	Rotation *	Verzer-rung
Schwerpunkt u	o	o	-	o	-	-	-
Schwerpunkt v	o	o	-	-	-	o	-
Varianz u	o	o	-	o	-	o	o
Varianz v	o	o	-	-	-	o	
Mittelwert	-	o	o	o	o	o	o
Varianz	-	o	o	o	o	o	o
Inverses Differenzen-moment	o	o					
Energie	o	o	o	o	o	o	o
Entropie	-	o	o	o	o	o	o
Korrelation	-	o	o	o	-	-	-
Kontrast	o	o	-	-	-	-	-
Homogenität	o	o	-	-	-	-	-

Tab.3.1. Invarianzeigenschaften von Merkmalen am Beispiel der 2D-FFT, o invariant, - nicht invariant, * nach Transformation von kartesischen in Polarkoordinaten

3 Merkmalsextraktion

Oft verwendete Transformationen Ω $\{H_{\mu\nu}\, S_{\mu\nu}\, I_{\mu\nu}\}$ zur Merkmalsextraktion

- Histogramm-Analyse (im Originalbereich)
- Fast Fourier Transformation (FFT)
- Hough-Transformation
- Gabor-Transformation
- Local Binary Pattern (LBP-Verfahren)

Hinweis: Mit einigen Verfahren, z.B. dem Local Binary Pattern (LBP)-Ansatz [5] können Merkmale mit invarianten Eigenschaften auch ohne vorherige Transformation Ω $\{H_{\mu\nu}\, S_{\mu\nu}\, I_{\mu\nu}\}$ extrahiert werden.

▶ Berücksichtigung von Schatten, Verschmutzungen und einander ähnlichen, jedoch anderen Texturklassen mit Verfahren der **Robusten Klassifikation**

4 Robuste Klassifikation

Einführung unscharfer Sympathiebereiche:

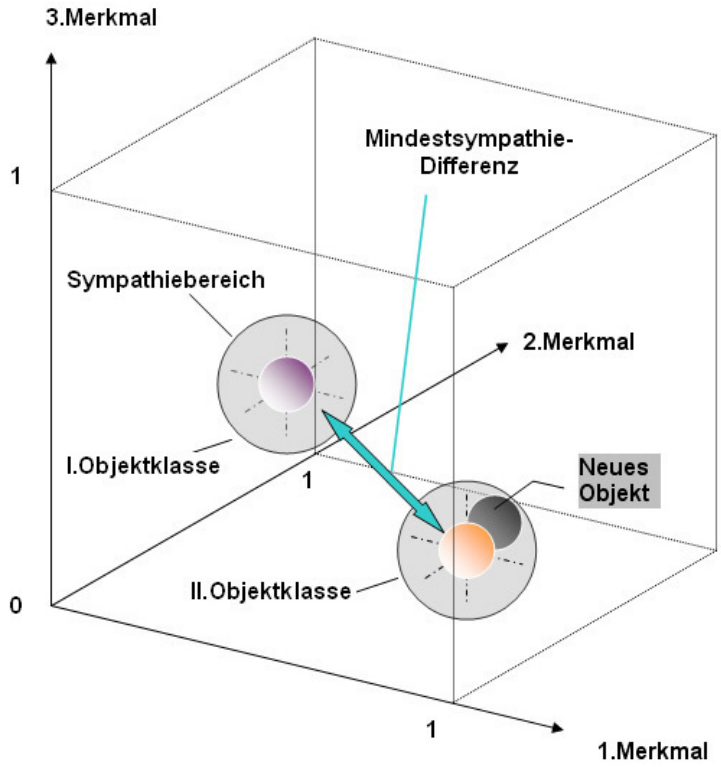


Abb.4.1. Schematische Darstellung der **Robusten Klassifikation** mit 3 Merkmalen (Mindestsympathie-Differenz als Maß des Abstandes zwischen den Texturklassen)

4 Robuste Klassifikation

Verfahren	Vorteile	Nachteile
Support Vector Machine [7, 8]	+ Sehr gut bei großer Anzahl von Merkmalen + Komplexe Klassen können angelernt werden	- Ggf. aufwendige Suche nach Parametern für Kernelfunktion
Multilayer Perceptron [9]	+ Komplexe Klassen können angelernt werden	- Suche nach optimaler Netztopologie und Parametern
Multiple Lineare Diskriminanzanalyse [9]	+ Parameterfreies Verfahren	- Linearer Klassifikator
Radial-Basisfunktionen-Netzwerk [9]	+ Komplexe Klassen können angelernt werden + Kombination aus überwachtem und unüberwachtem Lernverfahren ➔bessere Konvergenz als bei Multilayer Perceptron	- Sehr umfangreicher Parametersatz

Tab.4.1. Übersicht über verschiedene Verfahren zur **Robusten Klassifikation**

5 Datenanalyseprogramm

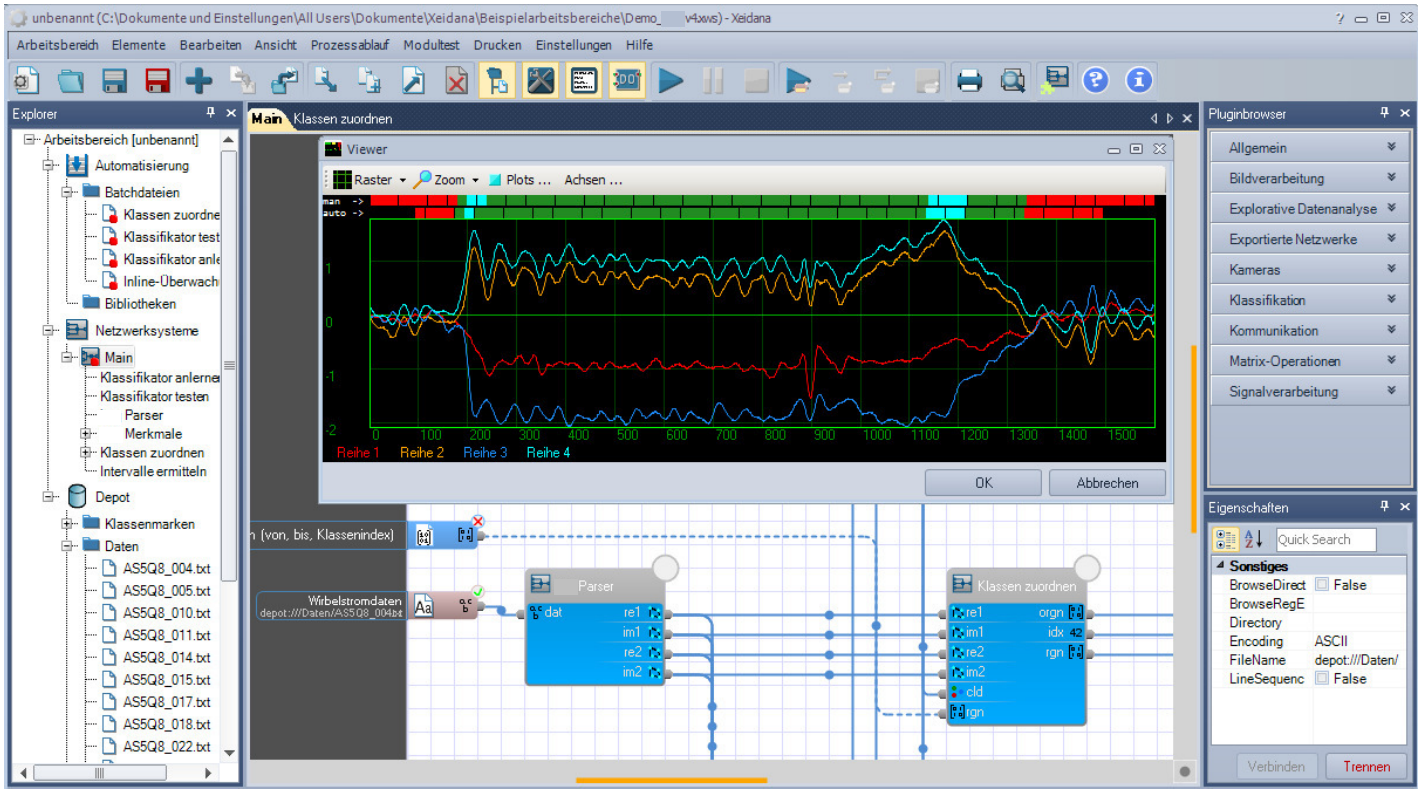


Abb.5.1. Darstellung der Xeidana®-Bedienoberfläche mit modularem Aufbau und flexibler Funktionalität

Seminar mit Praktikum Oberflächeninspektion

5 Datenanalyseprogramm



Linkes Fenster:

- 18 Farbtexturen auf gewölbten Oberflächen

Rechter Teil:

- Auswahl der RGB –und HSI-Farbkanäle
- Setzen von Segmenten variabler Größe (16x16, 32x32 Pixel u.a.) mit verschiedenen Farben (Rot entspricht der 1.Texturklasse)
- Auswahl der Verfahren zur Merkmalsgewinnung

Abb.5.2. Xeidana®-Bedienoberfläche zum Anlernen und zum Klassifizieren von Farbtexturen

5 Datenanalyseprogramm

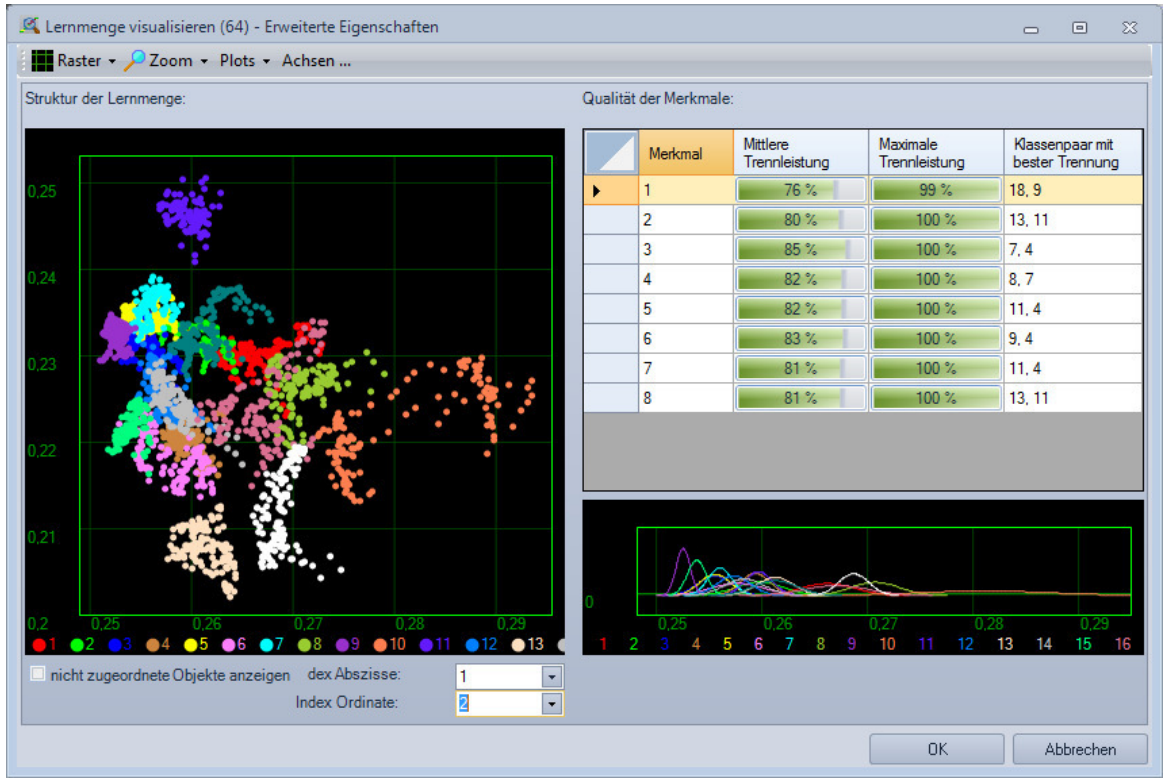


Abb.5.3. Xeidana®-Bedienoberfläche zur Darstellung der n-dimensionalen Merkmalsvektoren der einzelnen Farbtextur-Klassen (LBP-Verfahren)

5 Datenanalyseprogramm

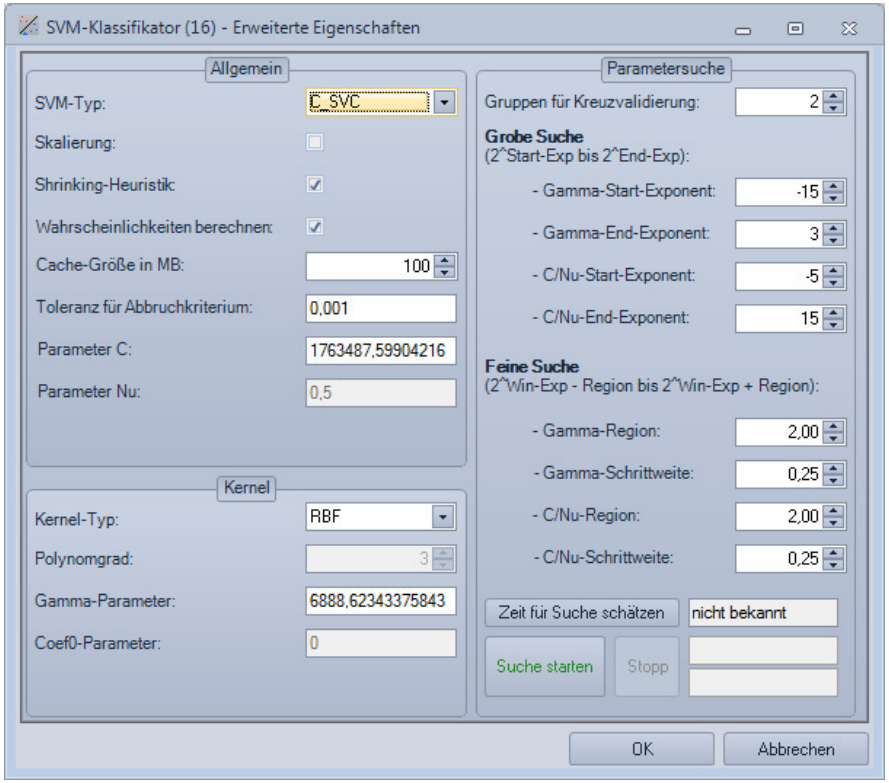


Abb.5.4. Xeidana®-Bedienoberfläche zur Robusten Klassifikation

6 Ergebnisse

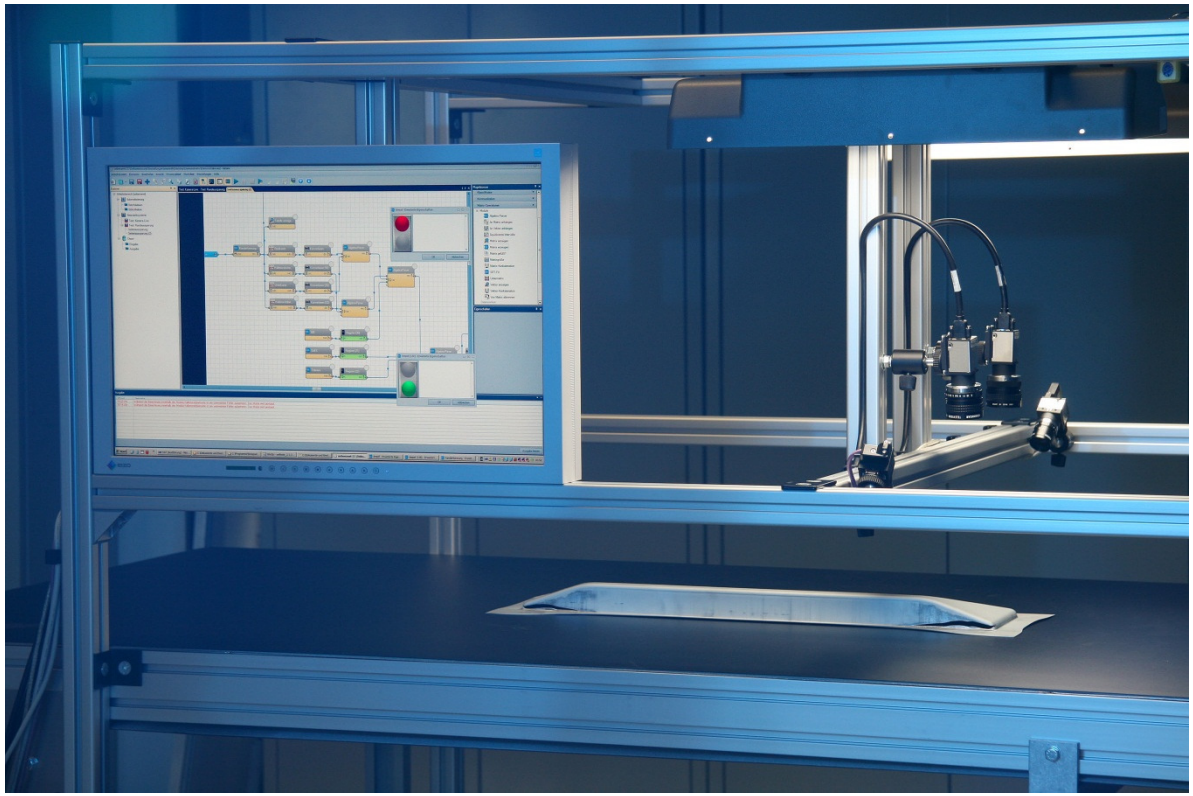


Abb.6.1. Versuchsstand zur Online-Klassifikation von Farbtexturen auf bewegten Objekten

6 Ergebnisse

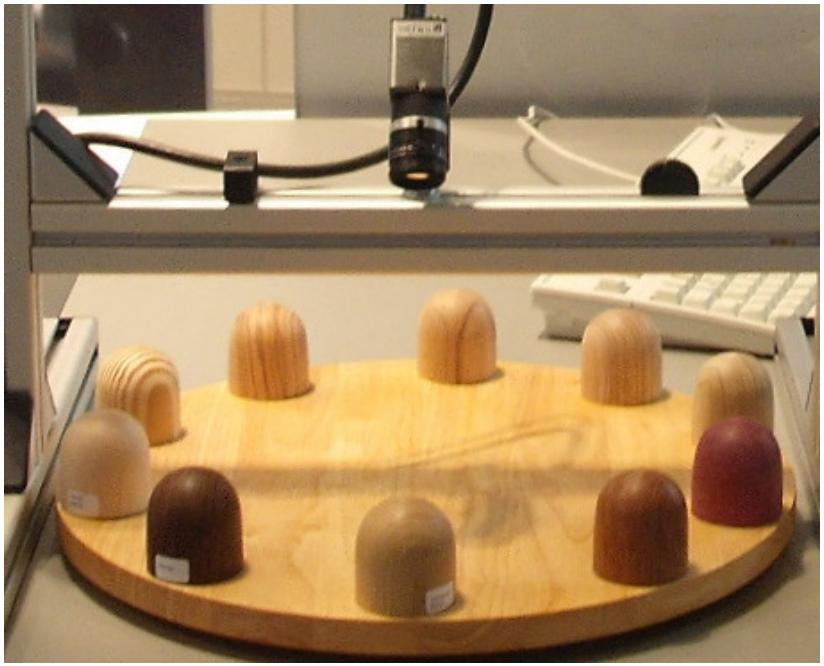


Abb.6.2a) Demonstrator mit 10 verschiedenen Holztexturen auf gewölbten Oberflächen

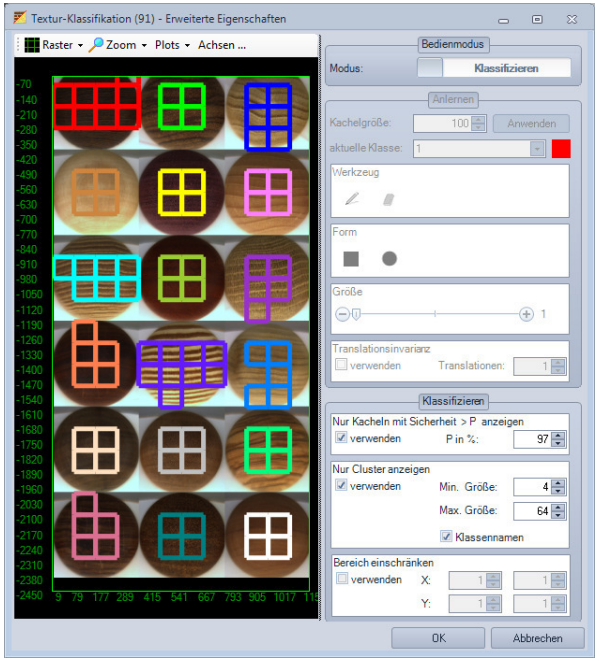


Abb.6.2b)) Ergebnis der Klassifikation: Ausgabe der Texturklassen

Zusammenfassung

- Farbtexturen können im Produktionsprozess unabhängig von einer Vielzahl äußerer Parameter klassifiziert werden
  - Helligkeitsänderungen
  - Objektpositionen (Translation) Unempfindlichkeit bei
  - Positions- und Winkeländerungen der Texturen
  - Abstandsänderungen zur Kamera

- Störsicherheit bei
  - Änderungen der Umgebungshelligkeit
  - Schattenbildungen auf den Texturen
  - partiellen Verschmutzungen

- Robustheit bei
  - ähnlichen aber anderen Klassen zugehörigen Texturen
  - Texturen auf sphärisch oder asphärisch gewölbten Oberflächen

Seminar mit Praktikum Oberflächeninspektion

Vielen Dank für Ihr Interesse!

mattias.mende@iwu.fraunhofer.de
thomas.wiener@iwu.fraunhofer.de

Fraunhofer IWU