

Internationaler Studiengang Medieninformatik (IMI) – Master

**Masterarbeit**

Computergestützte Identifizierung von Pflanzen anhand ihrer Blattmerkmale

Wintersemester 2016/2017

Student: Christoph Franke

549642

Betreuer: Prof. Dr. Klaus Jung

Nico Hezel

**Inhaltsverzeichnis**

[1. Einleitung 1](#_Toc466975885)

[2. Grundlagen 1](#_Toc466975886)

[2.1. Botanik 1](#_Toc466975887)

[2.1.1. Relevante Merkmale zur Bestimmung von Pflanzen 1](#_Toc466975888)

[2.1.2. Blattmerkmale 1](#_Toc466975889)

[2.1.2.1. Blattform 1](#_Toc466975890)

[2.1.2.2. Blattfarbe 1](#_Toc466975891)

[2.1.2.3. Blattadern 1](#_Toc466975892)

[2.2. PreProcessing 2](#_Toc466975893)

[2.2.1. Binarisierung 2](#_Toc466975894)

[2.2.2. Segmentierung 2](#_Toc466975895)

[2.3. Deskriptoren 2](#_Toc466975896)

[2.3.1. Featurevektoren 2](#_Toc466975897)

[2.3.2. Momentenbasierte geometrische Merkmale 2](#_Toc466975898)

[2.3.3. Fourier-Transformation 2](#_Toc466975899)

[2.3.4. Hauptkomponentenanalyse 2](#_Toc466975900)

[2.4. Maschinelle Lernverfahren 2](#_Toc466975901)

[2.4.1. Klassifikatoren 2](#_Toc466975902)

[2.4.1.1. MMC Hypersphere??? 2](#_Toc466975903)

[2.4.1.2. Support Vector Machine 2](#_Toc466975904)

[2.4.1.3. k-nearest neighbours 2](#_Toc466975905)

[2.4.2. Künstliche Neuronale Netze (teilweise auch Klassifikatoren?) 2](#_Toc466975906)

[2.4.2.1. MultiLayerPerceptrons 3](#_Toc466975907)

[2.4.2.2. PNN 3](#_Toc466975908)

[2.4.2.3. PCNN 3](#_Toc466975909)

[3. Konzeption 3](#_Toc466975910)

[3.1. Anforderungsanalyse 3](#_Toc466975911)

[3.1.1. Kriterien des geplanten Produkts 3](#_Toc466975912)

[3.1.2. Produkteinsatz 3](#_Toc466975913)

[3.1.3. Produktumgebung 3](#_Toc466975914)

[3.2. Vorhandene Lösungen 3](#_Toc466975915)

[3.2.1. Überblick 3](#_Toc466975916)

[3.2.2. Form 5](#_Toc466975917)

[3.2.3. Blatttextur 5](#_Toc466975918)

[3.2.4. Fourier-Transformation 5](#_Toc466975919)

[3.3. Eigener Lösungsansatz 5](#_Toc466975920)

[3.3.1. Datensatz 5](#_Toc466975921)

[3.3.2. Segmentierung 5](#_Toc466975922)

[3.3.3. Extraktion der Features 5](#_Toc466975923)

[3.3.4. Klassifizierung 5](#_Toc466975924)

[3.4. Systementwurf 5](#_Toc466975925)

[3.4.1. Systemkomponenten 5](#_Toc466975926)

[3.4.2. Datenbank? 5](#_Toc466975927)

[4. Implementierung 6](#_Toc466975928)

[5. Ergebnis 6](#_Toc466975929)

[5.1. Genauigkeit (welche Metrik?) 6](#_Toc466975930)

[5.2. Aufwandsanalyse? 6](#_Toc466975931)

[6. Zusammenfassung 6](#_Toc466975932)

[I. Abbildungsverzeichnis 6](#_Toc466975933)

[II. Tabellenverzeichnis 6](#_Toc466975934)

[III. Codelistings 6](#_Toc466975935)

# Einleitung

# Grundlagen

## Botanik

### Relevante Merkmale zur Bestimmung von Pflanzen

Blätter, Speicherorgane, Blüten, Früchte

[books.google.de/books?id=e1H\_DAAAQBAJ&pg=PA135&lpg=PA135&dq=W.+Rothmaler+(2002):+Exkursionsflora+von+Deutschland+-+Band+2:+Gef%C3%A4%C3%9Fpflanzen&source=bl&ots=C1OQBgV0tM&sig=4w4Q9PdbJRfdvjrbL4bpsHxAL-s&hl=de&sa=X&ved=0ahUKEwiw1InHrqjQAhVFtxQKHenTDIs4ChDoAQgoMAM#v=onepage&q=W.%20Rothmaler%20(2002)%3A%20Exkursionsflora%20von%20Deutschland%20-%20Band%202%3A%20Gef%C3%A4%C3%9Fpflanzen&f=false](https://books.google.de/books?id=e1H_DAAAQBAJ&pg=PA135&lpg=PA135&dq=W.+Rothmaler+(2002):+Exkursionsflora+von+Deutschland+-+Band+2:+Gef%C3%A4%C3%9Fpflanzen&source=bl&ots=C1OQBgV0tM&sig=4w4Q9PdbJRfdvjrbL4bpsHxAL-s&hl=de&sa=X&ved=0ahUKEwiw1InHrqjQAhVFtxQKHenTDIs4ChDoAQgoMAM#v=onepage&q=W.%20Rothmaler%20(2002)%3A%20Exkursionsflora%20von%20Deutschland%20-%20Band%202%3A%20Gef%C3%A4%C3%9Fpflanzen&f=false)

### Blattmerkmale

http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/blatt/9145

#### Blattform

Grundform, Formen von Blattbasis und Blattspitze, Ränder, Anordnung von Spreitenabschnitten bzw. von Blättchen

Seitenquerschnitt

Blattstellung

Größe

#### Blattfarbe

Farbe, Panaschierung … (Leafnet hat Farbschema an Seite)

#### Blattadern

aus Zentrum oder von Mittelader abgehend

Haare

## PreProcessing

### Binarisierung

### Segmentierung

## Deskriptoren

### Featurevektoren

### Momentenbasierte geometrische Merkmale

### Fourier-Transformation

### Hauptkomponentenanalyse

## Maschinelle Lernverfahren

oder das hier Klassifizierung nennen?

Support vector machine?? Pulse-coupled neural network?? [Leaf recognition based on PCNN]

Features einfach reinschmeissen? (zB Blattadern extrahieren und rein damit)

### Klassifikatoren

#### MMC Hypersphere???

#### Support Vector Machine

#### k-nearest neighbours

### Künstliche Neuronale Netze (teilweise auch Klassifikatoren?)

wäre gut, das von den anderen Klassifizierern zu trennen

#### MultiLayerPerceptrons

#### PNN

#### PCNN

pcnn - pulse-coupled neural networks (Wang, Sun, Zhang, Ying, & Ma, 2016)

# Konzeption

## Anforderungsanalyse

### Kriterien des geplanten Produkts

Muss/Kann/Abgrenzungskriterien

### Produkteinsatz

Möglichkeiten der Anwendung

Zielgruppe

### Produktumgebung

technische Anforderungen

## Vorhandene Lösungen

kollidiert mit Grundlagen!!!

### Überblick

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Autoren | preprocessing | Deskriptoren | Klassifikatoren | Datensatz | Schluss |
| (Chaki, Parekh, & Bhattacharya, 2015) | - Graustufen, Binarisierung, Kontur  - Blatt rotiert, so dass Hauptachse ausgerichtet zu horizontaler Achse  - Beschneidung auf BB-Größe, Skalierung auf einheitl. Auflösung (7 „slots“ mit max. 300 px) | -Textur: Gabor-Filter, Gray level co-occurrencematrix  -Form: Curvelet-Transform, Hu-Momente  - komibinierter Featurevektor aus beiden | -MLP  -neuro fuzzy classifier | -Flavia |  |
| (Du, Wang, & Zhang, n.d.) | Graustufen, Binarisierung, Kontur, Region of Interest | geometrische features, invariante Features (Hu-Momente) | moving median center hyperspheres (MMC), KNN | ? |  |
| (Han, Chee, Chan, Wilkin, & Remagnino, n.d.) | ? | unüberwachte Features ermittelt durch convolutional neural networks (CNN) | multi-layered deconvolutional network | Royal Botanic Gardens Kew |  |
| (Kalyoncu & Toygar, 2015) | Segmentierung, noise reduction, Kontur, Glättung and corner region detection | invariante Momente, Multi-scale distance matrix, margin distance (Distanz zwischen Punkten des Original-Blattrands und des geglätteten Rands) | Linear Discriminant Classifier | Flavia, Leafsnap |  |
| (Kumar et al., n.d.) | Farbbasierte Segmentierung, | Curvature-based Shape Features, | Nearest Neighbours | Leafsnap |  |
| (Wang et al., 2016) | ? | PCNN, Hu-Momente, Zernike-Momente | SVM | Intelligent Computing Lab dataset |  |
| (Reyes, Caicedo, & Camargo, n.d.) | ? | fine-tuned CNN | CNN | ImageCLEF |  |
| (Satti, Satya, & Sharma, 2013) | Binarisierung, Kontur, Glättung | Farbe  Form: Geometrie, Morphologische Features (Adern, Glättungsfaktor …), Zahnung (über Winkel von Randpunkten) | KNN, ANN (keine Angabe welches) | Flavia | ANN schneller und genauer als KNN |
| (Cao, Wang, & Brown, 2016) | Binarisierung, Kontur, Beschreibung durch gleichmäßig verteilte Punkte | R-Angles (Skalierungsinv. über 7 Stufen) | L1-Norm, Punkt zu Punkt Dynamic Programming | Flavia | hohe Genauigkeit (speziell mit DP) |
|  |  |  |  |  |  |

### Form

R-Angles [Similarity based leaf image retrieval using multiscale R-angle description]

FFT

### Blatttextur

-zB Entropy, Kontrast etc. (Shabanzade, Zahedi, & Amin Aghvami, 2011) Extraktion der Blattadern

### Fourier-Transformation

## Eigener Lösungsansatz

irgendwie abgrenzen zu vorhandenen Lösungen

farbbasierte Segmentierung?, Kontur, Blattadern

PCNN, Blattadern, Form, Hu-Momente

PNN, SVM

### Datensatz

### Segmentierung

#### Blattadern

* Nur Farbbild (Röntgenbilder wären besser, scheint auch teilweise so angewendet zu werden? - googlen)

(Larese et al., 2014)

* Segmentierung: UHMT (Erweiterung - der Hit-or-Miss Transform (HMT) für Graustufenbilder) für 5 verschiedene Skalierungen, Kontrasterhöhung, Entfernung zu kleiner Verbindungen, Multiplikation mit einer Binärmaske
* Feature: 100 x 100 Patch für jede Skalierung (um Shape-Einfluss rauszunehmen)

52 traits (Tabelle) VMeO/VmO/VMO Nicht rotationsinvariant! (haben alle Blätter gleich ausgerichtet deswegen)

* Klassifikation: Random Forests, Support Vector Machines with Gaussian kernel und Penalized Discriminant Analysis (linear nach Fisher)
* Recursive Feature Elimination (RFE)

### Extraktion der Features

### Klassifizierung

## Systementwurf

### Systemkomponenten

### Datenbank?

Warum Datenbank?

* zentraler Zugriff
  + vereinfachter Zugriff über Netzwerk
  + Übersicht (besser als lauter Dateien irgendwo)
  + besser als HDF5, da immer ganz gelesen wird
* Option: pandas, LMDB

„Sacred“ to keep track? http://sacred.readthedocs.io/

warum SQL

* strukturiert (besser für Auswertung der Ergebnisse, übersichtlicher)
* Datenmenge überschaubar (große Datenmengen -> besser NOSQL)
* Daten gleichförmig?

NOSQL

* Skalierbarkeit horizontal (auf Rechner verteilen)

# Implementierung

# Ergebnis

## Genauigkeit (welche Metrik?)

## Aufwandsanalyse?

# Zusammenfassung

## Ausblick

* Gleiche Spezies untersuchen – verschiedene Sorten (möglicherweise gleiche Blattform, aber Unterschiede in Blattadern), im Datenset nur Apfel (?)

# Abbildungsverzeichnis

# Tabellenverzeichnis

# Codelistings

1. Literaturverzeichnis

Cao, J., Wang, B., & Brown, D. (2016). Similarity based leaf image retrieval using multiscale R-angle description. *Information Sciences*, *374*, 51–64. https://doi.org/10.1016/j.ins.2016.09.023

Chaki, J., Parekh, R., & Bhattacharya, S. (2015). Plant leaf recognition using texture and shape features with neural classifiers. *Pattern Recognition Letters*, *58*, 61–68. https://doi.org/10.1016/j.patrec.2015.02.010

Du, J.-X., Wang, X.-F., & Zhang, G.-J. (n.d.). Leaf shape based plant species recognition. https://doi.org/10.1016/j.amc.2006.07.072

Han, S., Chee, L., Chan, S., Wilkin, P., & Remagnino, P. (n.d.). DEEP-PLANT: PLANT IDENTIFICATION WITH CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS.

Kalyoncu, C., & Toygar, Ö. (2015). Geometric leaf classification. *Computer Vision and Image Understanding*, *133*, 102–109. https://doi.org/10.1016/j.cviu.2014.11.001

Kumar, N., Belhumeur, P. N., Biswas, A., Jacobs, D. W., Kress, W. J., Lopez, I., & Soares, J. V. B. (n.d.). Leafsnap: A Computer Vision System for Automatic Plant Species Identification.

Larese, M. G., Bayá, A. E., Craviotto, R. M., Arango, M. R., Gallo, C., & Granitto, P. M. (2014). Multiscale recognition of legume varieties based on leaf venation images. *Expert Systems with Applications*, *41*(10), 4638–4647. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.01.029

Reyes, A. K., Caicedo, J. C., & Camargo, J. E. (n.d.). Fine-tuning Deep Convolutional Networks for Plant Recognition.

Satti, V., Satya, A., & Sharma, S. (2013). AN AUTOMATIC LEAF RECOGNITION SYSTEM FOR PLANT IDENTIFICATION USING MACHINE VISION TECHNOLOGY. *International Journal of Engineering Science and Technology*, *5*(4), 975–5462.

Shabanzade, M., Zahedi, M., & Amin Aghvami, S. (2011). Combination of Local Descriptors and Global Features for Leaf Recognition. *Signal & Image Processing : An International Journal*, *2*(3), 23–31. https://doi.org/10.5121/sipij.2011.2303

Wang, Z., Sun, X., Zhang, Y., Ying, Z., & Ma, Y. (2016). Leaf recognition based on PCNN. *Neural Computing and Applications*. https://doi.org/10.1007/s00521-015-1904-1

1. Anhang