

25. März 2009



Jan Paulus

Lehrstuhl für Informatik 5 (Mustererkennung)

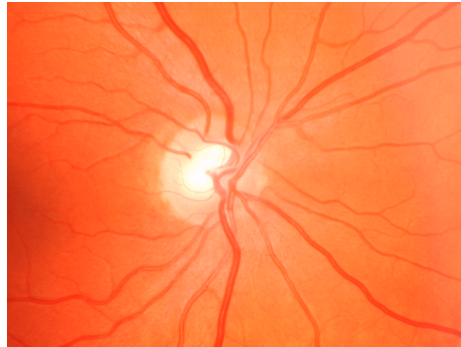
Department Informatik

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Motivation



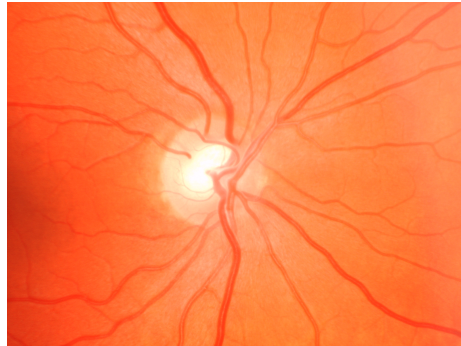
- Szenario Reading-Center
 - Aufnahme der Retina ohne Arzt
 - Diagnose ohne Patient





Motivation

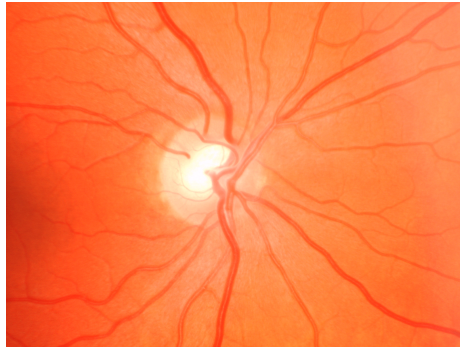
- Szenario Reading-Center
 - Aufnahme der Retina ohne Arzt
 - Diagnose ohne Patient
- Diagnose
 - Glaukom
 - diabetische Retinopathie
 - weitere





Motivation

- Szenario Reading-Center
 - Aufnahme der Retina ohne Arzt
 - Diagnose ohne Patient
- Diagnose
 - Glaukom
 - diabetische Retinopathie
 - weitere
- Ziel
 - ⇒ Sicherstellen einer ausreichenden Bildqualität





Automatische Bestimmung einer objektiven Größe zur Beschreibung der Qualität von Retina-Fundusbildern



Automatische Bestimmung einer objektiven Größe zur Beschreibung der Qualität von Retina-Fundusbildern

⇒ Muss Aufnahme wiederholt werden?



Image Structure Clustering (ISC)

Stand der Technik

Meindert Niemeijer, Michael D. Abràmoff, Bram van Ginneken:

“Image structure clustering for image quality verification of color retina images in diabetic retinopathy screening”, Medical Image Analysis, 10, 2006

■ Idee

- Clustering wichtiger Bildstrukturen
 - Strukturgröße charakterisiert Qualität
- ⇒ Clustering schlägt bei schlechter Qualität fehl

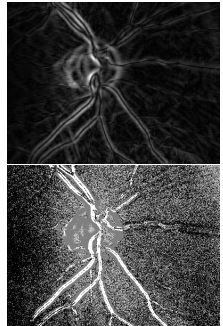




Image Structure Clustering (ISC)

Stand der Technik

Meindert Niemeijer, Michael D. Abràmoff, Bram van Ginneken:

“Image structure clustering for image quality verification of color retina images in diabetic retinopathy screening”, Medical Image Analysis, 10, 2006

■ Idee

- Clustering wichtiger Bildstrukturen
- Strukturgröße charakterisiert Qualität
- ⇒ Clustering schlägt bei schlechter Qualität fehl

■ Vorverarbeitung

- Gradientenbilder (0. - 2. Ordnung)
- Glättungshierarchie
- k-Means-Clustering

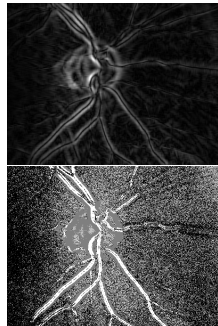




Image Structure Clustering (ISC)

Stand der Technik

Meindert Niemeijer, Michael D. Abràmoff, Bram van Ginneken:

“Image structure clustering for image quality verification of color retina images in diabetic retinopathy screening”, Medical Image Analysis, 10, 2006

■ Idee

- Clustering wichtiger Bildstrukturen

- Strukturgröße charakterisiert Qualität

⇒ Clustering schlägt bei schlechter Qualität fehl

■ Vorverarbeitung

- Gradientenbilder (0. - 2. Ordnung)

- Glättungshierarchie

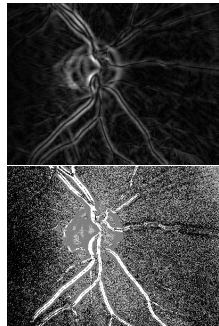
- k-Means-Clustering

■ Merkmale

- Clustergrößen

- 5-Bin-Histogramm pro Farbkanal

■ Klassifikation: Support Vector Machine





Qualitätskriterien

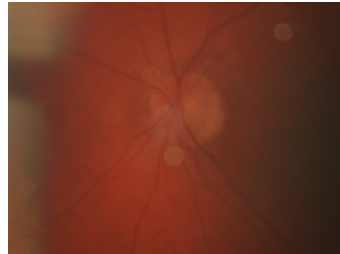
Kriterien

■ Global

1. Homogene Ausleuchtung
2. Heller bzw. kontrastreicher Hintergrund

■ Lokal

3. Erkennbarkeit der Papillenstruktur
4. Erkennbarkeit der Gefäßstruktur





Prinzip

- Erkennbarkeit und Differenzierbarkeit wichtiger Komponenten
 - ⇒ Clustering der Bildstrukturen
- Abgrenzung der Komponenten
 - ⇒ Schärfemessung über Kanteninformation
- Allgemeine Bildqualität
 - ⇒ Texturinformation



Methode

Clustering (1)

Idee

- k-Means-Clustering direkt auf Grauwerten b_{xy}
 - Detektion wichtiger Strukturen im Eingabebild $B \in \mathbb{R}^{n \times m}$
 - **Clustergrößen** und **Inter-Cluster-Differenzen**
- ⇒ Erkennbarkeit und Differenzierbarkeit

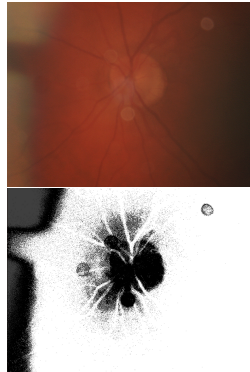




Methode

Clustering (2)

- Initialisierung des Zentrums m_i jedes Clusters C_i durch handsegmentierte Trainingsbilder
- **Clustergröße**
 - $C_i = \frac{\#\{b_{xy} | b_{xy} \in C_i\}}{n \cdot m}$
- **Inter-Cluster-Differenz**
 - $d_{ij} = m_i - m_j, i \in \{1, \dots, k\}, j \in \{1, \dots, k\}, i > j$





Methode

Schärfemessung (1)

Idee

- Je höher die Qualität, desto höher die Schärfe
- Information aus Kanten
- Hoher Gradient identifiziert scharfe Kante
- Durchschnittliche Stärke und Anzahl scharfer Kanten





Methode

Schärfemessung (2)

- Bildung des Gradientenmagnitudenbildes G des Eingabebildes B

- $G = \sqrt{B_x^2 + B_y^2}$ mit $B_x = \frac{\partial B}{\partial x}$, $B_y = \frac{\partial B}{\partial y}$

- Skalierung der Grauwerte g_{xy} auf $[0 \dots 1]$

- Anzahl s_1 und Summe s_2 der scharfen Kanten

- $s_1 = \frac{\#\{g_{xy} | g_{xy} \geq \alpha\}}{n \cdot m}$

- $s_2 = \frac{\sum_{i=1}^{n \cdot m} v_{xy}}{n \cdot m}$, $v_{xy} = \begin{cases} 0 & g_{xy} < \alpha \\ g_{xy} & g_{xy} \geq \alpha \end{cases}$

- Schwellwert α empirisch auf 0.5 festgelegt



Idee

- Texturinformation zur Qualitätsmessung
⇒ Globale Bildstatistiken

- *R. M. Haralick, K. Shanmugam, I. Dinstein:*
“Textural Features for Image Classification”
IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, SMC-3, 6, 1973
- Berechnung von Cooccurrence-Matrizen
- Verwendung von
 - **Entropie** als allgemeines Schärfemaß
 - **Energie** als Homogenitätsmaß
 - **Kontrast**



Methode

Merkmalskomposition

- 15 Merkmale aus Clustering
(5 Clustergrößen + 10 Inter-Cluster-Differenzen)
 - Cluster: $k = 5$
 - Gefäße
 - 2 Papillenbereiche
 - 2 Hintergrundbereiche
- 2 Merkmale aus Schärfemessung
- 3 Textur-Merkmale

⇒ 20 Merkmale



Ergebnisse

Klassifikation

- Support Vector Machine als Klassifikator
 - radiale Basisfunktion $k(\vec{u}, \vec{v}) = \exp(-\gamma \cdot |\vec{u} - \vec{v}|^2)$
 - Parameterschätzung durch Grid Search

Evaluierung

- Datensatz von 302 papillenzentrierten Retinaaufnahmen
 - Kowa non-myd
 - 22,5° FOV
- Goldstandard durch 3 Bewerter (darunter ein Augenarzt)
- Klasseneinteilung als 2-Klassen-Problem
 - **gut**, mindestens 2 Kriterien erfüllt
 - **schlecht**, sonst
- Mittelwert aus 10 Iterationen 2-Mengen-Kreuzvalidierung
 - Gleiche Anzahl *guter* and *schlechter* Bilder in jeder Menge



Ergebnisse

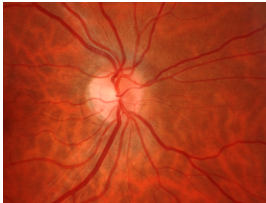
Vergleich zu Stand der Technik

Tabelle: Klassifikation von *guten* Bildern: vorgeschlagenes Verfahren und ISC

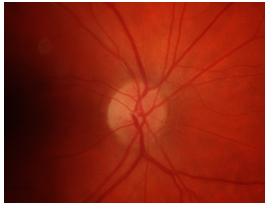
Verfahren	Klassifikationsgenauigkeit	Sensitivität	Spezifität
neues Verfahren	90,3%	95,1%	70,9%
ISC	69,5%	69,0%	70,0%

- Verbesserte Genauigkeit gegenüber ISC
- Verbesserte Sensitivität gegenüber ISC
- Ähnlich in der Spezifität

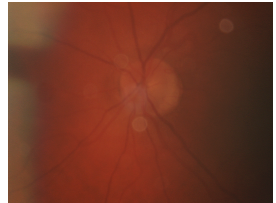
Ergebnisse



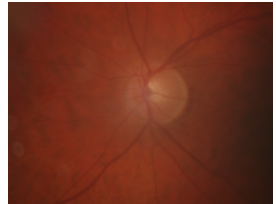
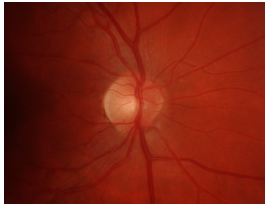
Gut



Mittel



Schlecht





- Neues Verfahren modelliert geforderte Kriterien in

- 5 Clustern
- Schärfemessung
- Texturinformation

⇒ 90,3% Klassifikationsgenauigkeit

⇒ Automatische Qualitätssicherung möglich



Sonderforschungsbereich 539

"Glaukome einschliesslich Pseudoexfoliations-Syndrom (PEX)"

Teilprojekt A4: Automatisches Glaukom-Screening