

Invariante Merkmale

Seminar Inhaltsbasierte Bildsuche

22. Dezember 2004

Marei Hopert

Übersicht

- ◆ Motivation
- ◆ Invariante Merkmale
 - Idee
 - Berechnung
 - Kernfunktionen
- ◆ Ergebnisse
- ◆ Ausblick

Motivation

- ◆ Gedrehtes oder verschobenes Bild wird vom Betrachter als ähnlich empfunden
- ◆ Kann durch Invarianten bezüglich einer bestimmter Transformationsgruppe berücksichtigt werden
- ◆ Hier: Euklidische Bewegungen

Idee

- ◆ Nichtlineare Funktion f über alle möglichen Transformationen der Transformationsgruppe integrieren

$$A[f](M) = \frac{1}{|G|} \int_G f(gM) dg$$

$$A[f](M) = \frac{1}{N * M * 2^p} \int_{t_0=0}^N \int_{t_1=0}^M \int_{j=0}^{2^p} f(gM) dj dt_1 dt_0$$

- ◆ Im diskreten Bild als Summe über alle möglichen Transformationen der Transformationsgruppe

Berechnung

- ◆ Kann umformuliert werden: Berechnung einer lokalen Funktion an jedem Bildpunkt und Bildung des Mittelwerts:

$$A[f](M) = \frac{1}{N * M * S} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} \sum_{s=0}^{S-1} f(M[i, j])$$

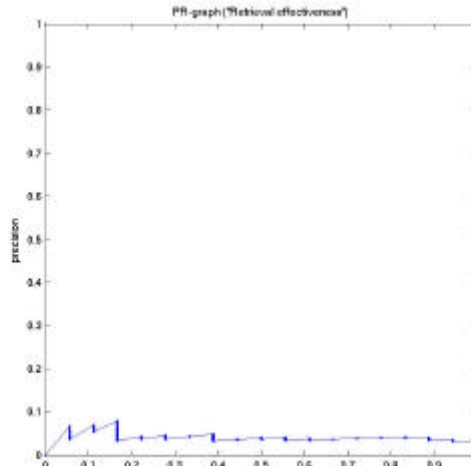
f ist die „Kernfunktion“

Verbesserung 1

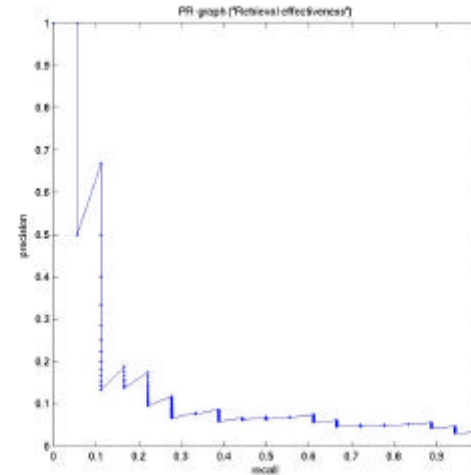
- ◆ Bei der Mittelung geht viel Information verloren
- ◆ Besser Histogramm
 - histogram.m erzeugt ein gewöhnliches Histogramm
 - In SIMBA werden „fuzzy histograms“ verwendet, um Diskontinuität zu vermeiden

Verbesserung 1 (ff)

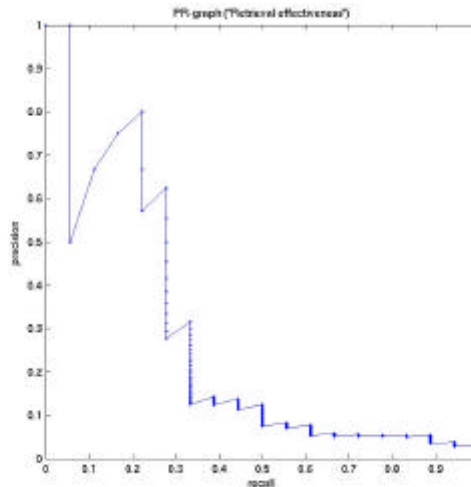
Gruppenmittel



Histogramm
mit 4 bins



Histogramm
mit 6 bins



Histogramm
mit 8 bins

Kernfunktionen

◆ Monomielle Kernfunktionen:

- Grundform: $(M[i_1, j_1] * \dots * M[i_n, j_n])^{\frac{1}{n}}$
- Farbmerkmale

◆ Relationale Kernfunktionen

- Grundform: $rel(M[i_1, j_1] - M[i_2, j_2])$

mit

$$rel(\mathbf{d}) = \begin{cases} 1, & \text{wenn } \mathbf{d} < -\mathbf{e} \\ \frac{\mathbf{e} - \mathbf{d}}{2\mathbf{e}}, & \text{wenn } -\mathbf{e} \leq \mathbf{d} \leq \mathbf{e} \\ 0, & \text{wenn } \mathbf{e} < \mathbf{d} \end{cases}$$

- Texturmerkmale

Experiment

◆ Von mir berechnete Kernfunktionen

■ Eine einzige Kernfunktion

● Monomielle Kernfunktionen:

z.B. $M[0,0]*M[0,6]$

$M[3,0]*M[0,6]$

$M[2,0]*M[0,4]$

...

● Relationale Kernfunktionen:

z.B. $\text{rel}(M[0,0]-M[0,6])$

$\text{rel}(M[3,0]-M[0,6])$

$\text{rel}(M[2,0]-M[0,4])$

...

Beispiele (ff)

- Schulz-Mirbach: 12-Vektor (monomiell)

1. $M[0,0]$

2. $M[0,0]^2$

3. $M[0,0]*M[0,1]$

4. $M[0,0]*M[0,2]$

5. $M[0,0]*M[0,3]$

6. $M[0,0]^3$

7. $M[0,0]^2*M[0,1]$

8. $M[0,0]^2*M[0,2]$

9. $M[0,0]^2*M[0,3]$

10. $M[0,0]*M[0,1]*M[0,2]$

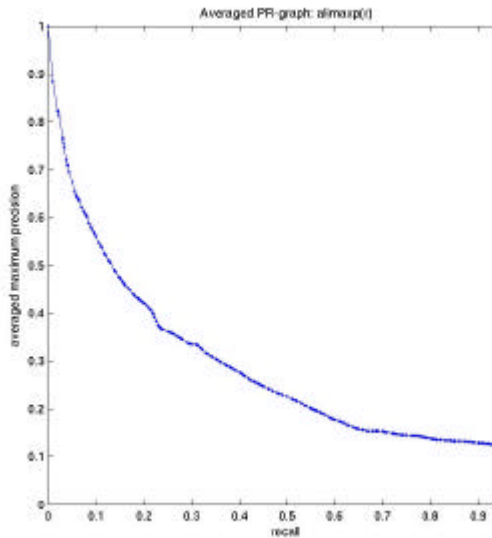
11. $M[0,0]*M[0,1]*M[0,3]$

12. $M[0,0]*M[0,2]*M[0,3]$

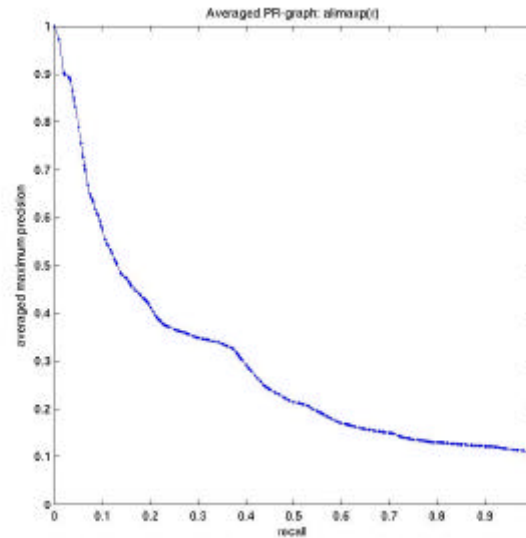
Verbesserung 2

- ◆ Deterministische Berechnung der Merkmale dauert mehrere Tage
- Monte Carlo-Ansatz:
Berechnungen an 500 Punkten: etwa 1,6 Stunden

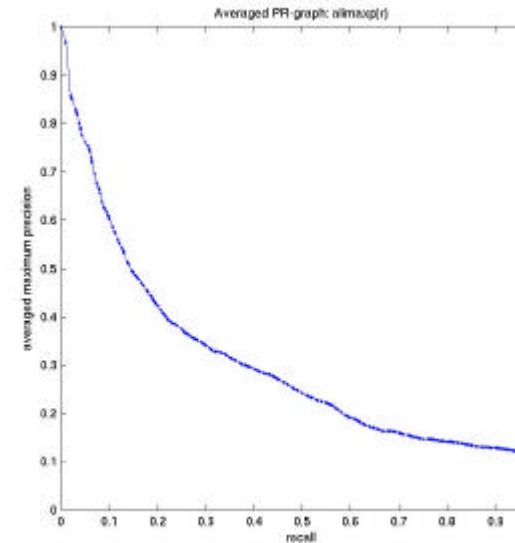
Beste Ergebnisse Kernfunktionen



ahMonom1_avg



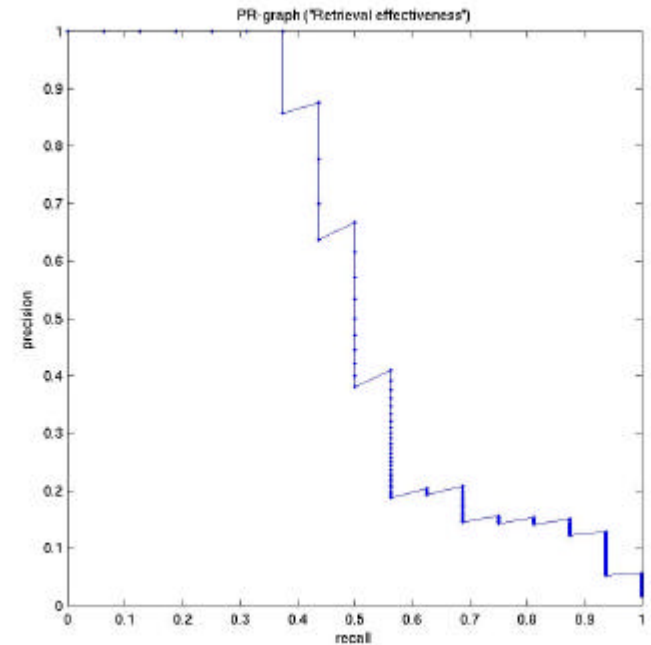
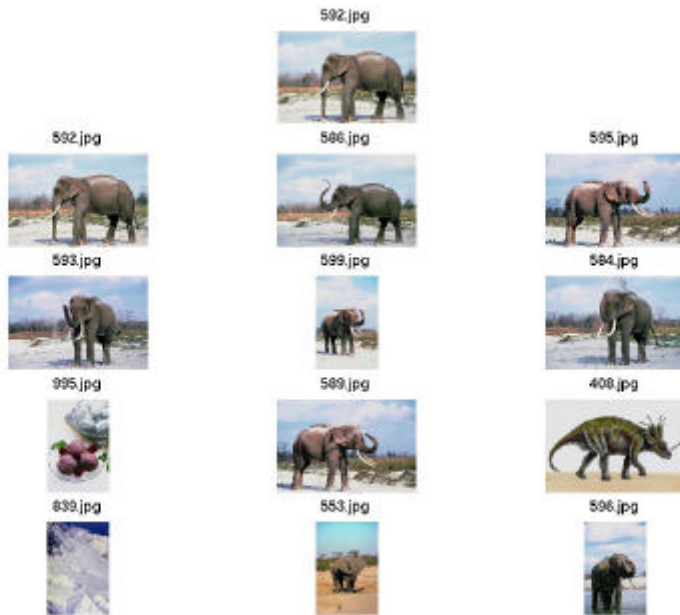
ahMonom1_hist6



ahMonom1_hist8

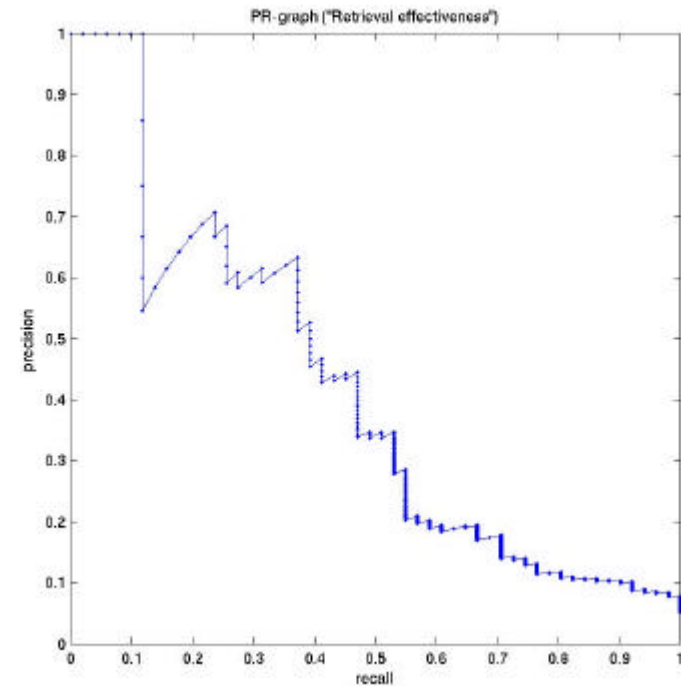
Anfragebeispiele

ahMonom1_avg



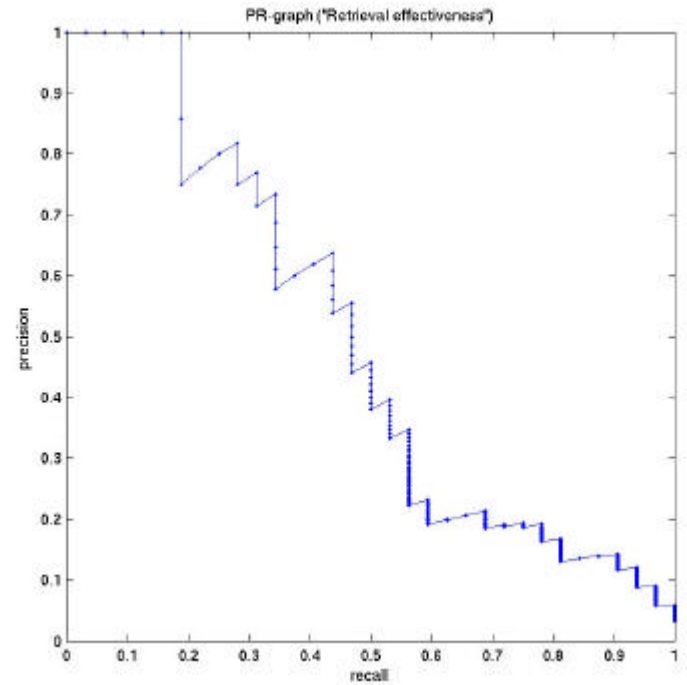
Anfragebeispiele

ahMonom1_hist6

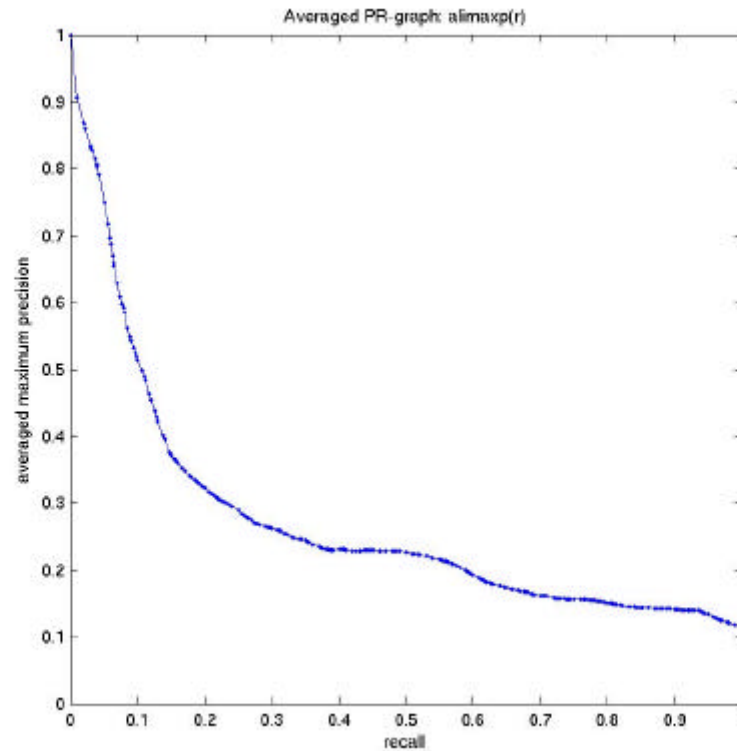


Anfragebeispiele

ahMonom_hist8



Beste Ergebnisse: Kernfunktionen (2)



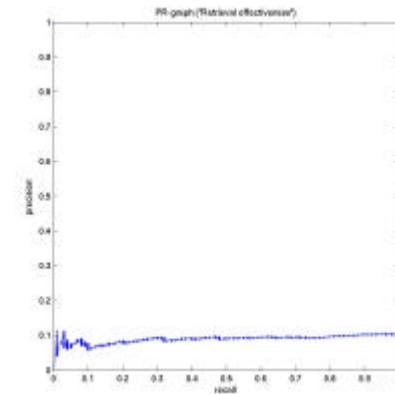
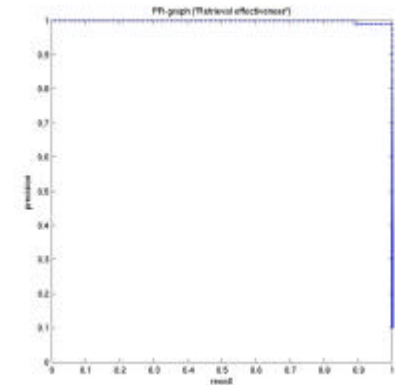
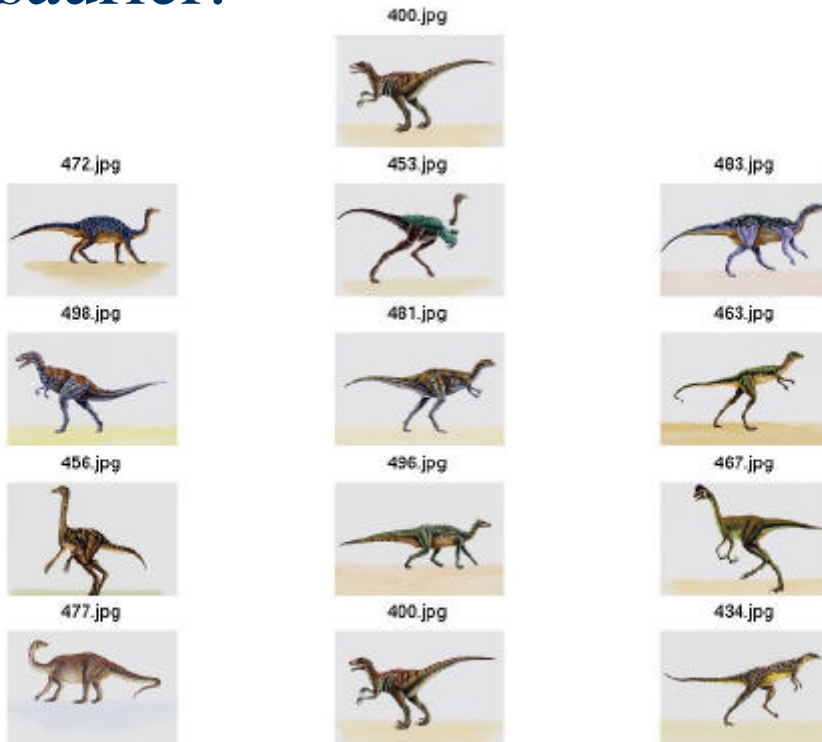
smM_MC

Anfragebeispiele

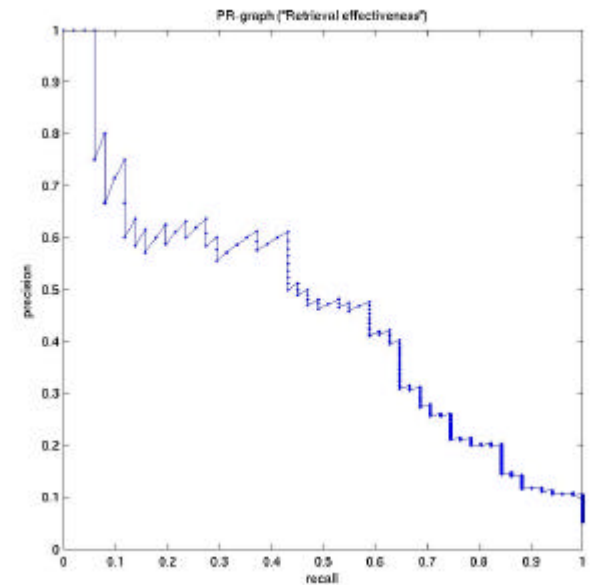


Beste Ergebnisse Kategorien

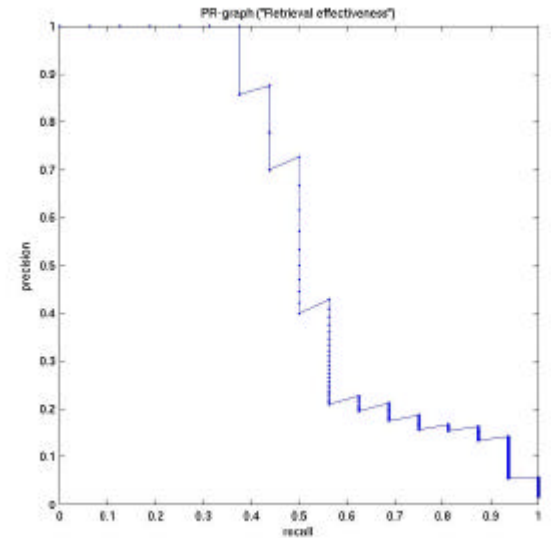
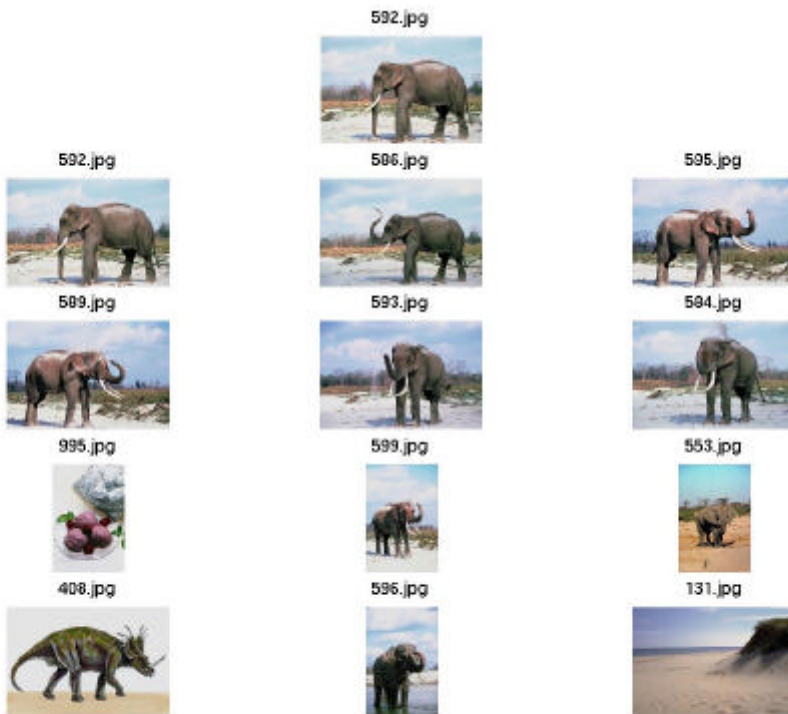
Dinosaurier:



Beste Ergebnisse Kategorien (2)



Beste Ergebnisse Kategorien (3)



Schlechteste Ergebnisse Kategorien

166.jpg



946.jpg



191.jpg



291.jpg



331.jpg



261.jpg



720.jpg



61.jpg



204.jpg



280.jpg



240.jpg



566.jpg



535.jpg



Schlechteste Ergebnisse Kategorien (2)



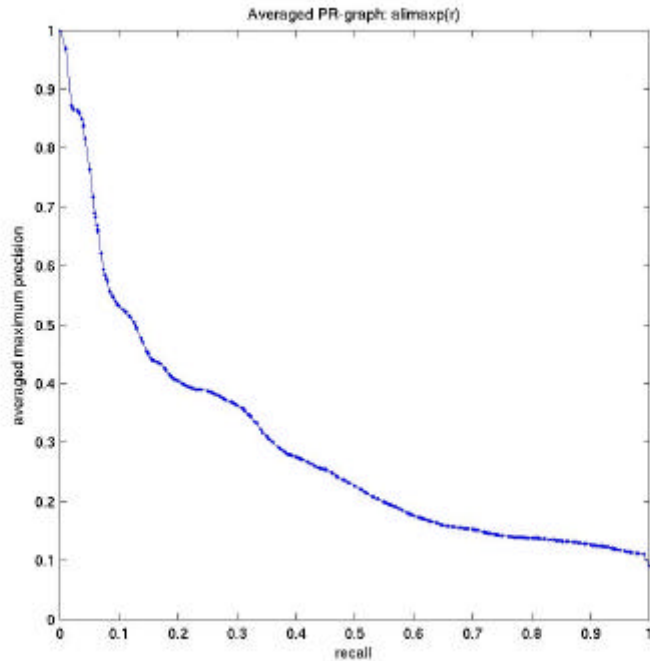
Schlechteste Ergebnisse Kategorien (3)



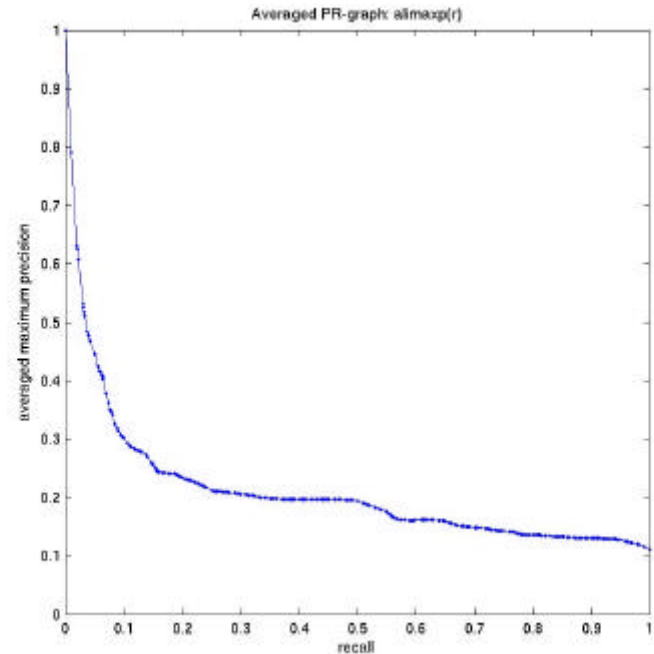
Erweiterungen

- ◆ Direkte Verknüpfung benachbarter Pixel unterschiedlicher Farbschichten:
z.B. $M[0,0,R] * M[0,0,G] * M[0,0,B]$
- ◆ Für den 12-Vektor: Aufsummierung der Vektoren der einzelnen Farbschichten

Ergebnisse für die Erweiterungen



JF_MC_hist8



smJF_MC

Anfragebeispiel



JF_MC_avg

JF_MC_hist6

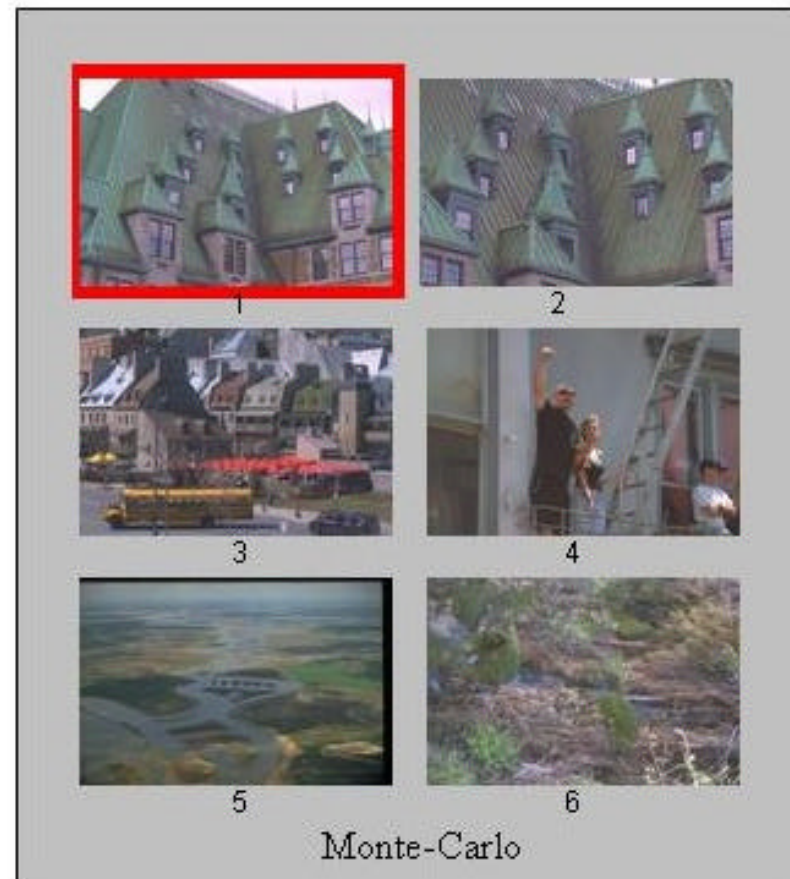
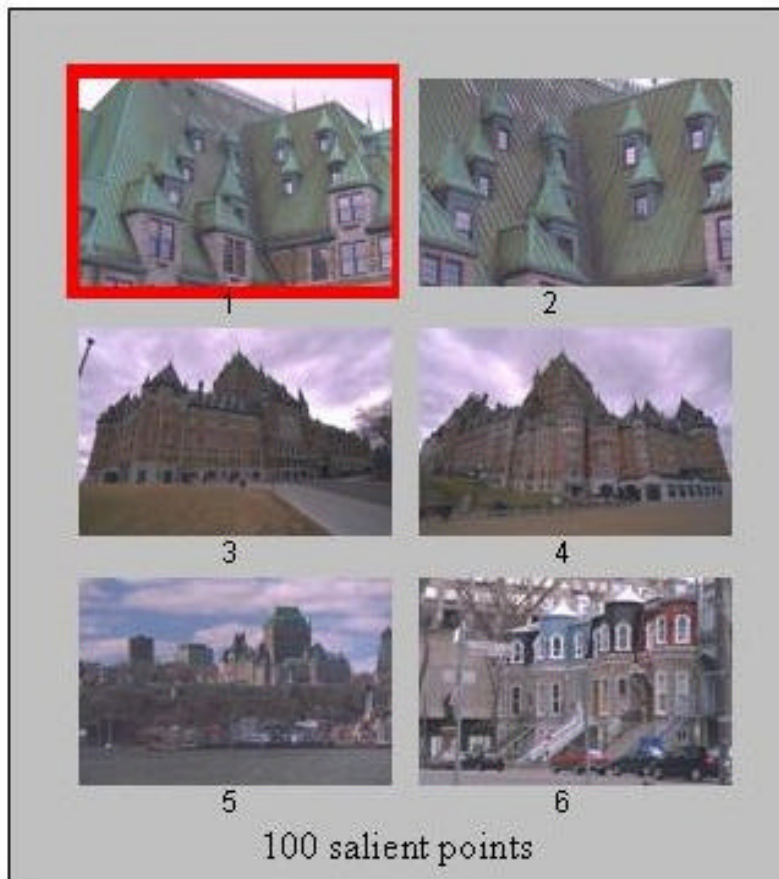
Ausblick

- ◆ Segmentierung
- ◆ Salient Points
 - Merkmale werden nur für besonders informationsträchtige Punkte berechnet
 - Weniger rechenaufwendig
 - Verbesserung der Ergebnisse im Vergleich zu Monte Carlo - Ansatz
 - Robust gegenüber Skalierung

Bsp. Zu Salient Points



Bsp. Zu Salient Points



Frohe Weihnachten



Und ein gutes
Neues Jahr!

Danke für die Aufmerksamkeit!