



GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT  
GÖTTINGEN

XX XXX XX  
YYY YYY Y

Bachelorarbeit  
im Studiengang „Angewandte Informatik“

SUSAN  
Ein Ansatz zur Strukturerkennung in Bildern

Julian Lüken  
`julian.lueken@stud.uni-goettingen.de`

Institut für Numerische und Angewandte  
Mathematik

Bachelor und Masterarbeiten des Zentrums für  
angewandte Informatik an der  
Georg-August-Universität Göttingen

10. September 2019

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Mathematische Grundlagen</b>	<b>3</b>
2.1	Analytische Grundlagen . . . . .	3
2.2	Varianzanalyse . . . . .	3
2.3	Bildverarbeitung . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Der SUSAN Kantendetektor</b>	<b>4</b>
3.1	Der Algorithmus . . . . .	4

# Kapitel 1

## Einführung

## Kapitel 2

# Mathematische Grundlagen

2.1 Analytische Grundlagen

2.2 Varianzanalyse

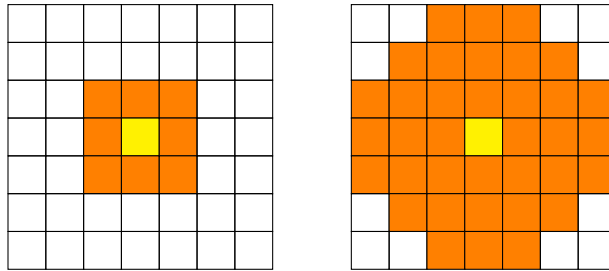
2.3 Bildverarbeitung

## Kapitel 3

# Der SUSAN Kantendetektor

### 3.1 Der Algorithmus

Sei  $I$  ein Eingangsbild. Um jedes Pixel im Bild wird eine Maske gelegt. Für unseren Zweck betrachten wir lediglich die Masken



wobei das gelbe Pixel der Mittelpunkt der Maske ist, die orangenen Pixel in der Maske und die weißen Pixel außerhalb der Maske liegen.

Das SUSAN-Prinzip funktioniert wie folgt: Für jedes Pixel  $r_0$  in  $I$  (wobei  $I(r_0)$  der Grauwert am Pixel  $r_0$  ist), berechne die Antwort

$$A(r_0) = \max\{0, g - n(r_0)\}.$$

Dabei ist  $n$  definiert als

$$n(r_0) = \sum_r c_t(r, r_0),$$

wobei  $r$  die Pixel in der respektiven Maske sind und

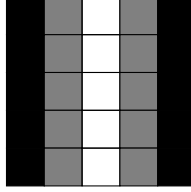
$$c_t(r, r_0) = \exp\left(-\left(\frac{I(r) - I(r_0)}{t}\right)^6\right)$$

eine Vergleichsfunktion für zwei Pixel ist. Statt der obigen Vergleichsfunktion kann auch

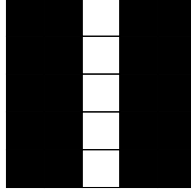
die Definition

$$c_t(r, r_0) = \begin{cases} 1 & \text{falls } |I(r) - I(r_0)| \leq t \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

verwendet werden. Ein Ausschnitt der Antwort könnte etwa so aussehen:



Die Kante ist in diesem Beispiel noch nicht genau lokalisiert. Um die Kante genauer zu lokalisieren, verwenden wir das Prinzip der Non-Maximum-Suppression, bei der nur die maximale Antwort entlang einer Kante erhalten bleibt. Das Ziel ist es also, folgende Antwort aus der oberen zu isolieren.



Zu diesem Zweck wird die Richtung eines jeden Pixels  $r_0 = (x_0, y_0)$  durch folgende Fallunterscheidung geprüft:

**1. Inter-Pixel:**

Falls die Größe der USAN die des Maskendurchmessers übersteigt und die Distanz zwischen  $\text{COG}(r_0)$  und  $r_0$  größer als 1 Pixel ist, so ist die Richtung  $D(r_0)$  gegeben durch

$$D(r_0) = \begin{cases} \arctan\left(\frac{x_0 - \text{COG}(x_0)}{y_0 - \text{COG}(y_0)}\right) & \text{falls } \text{COG}(y_0) \neq y_0 \\ \frac{\pi}{2} & \text{sonst} \end{cases},$$

wobei

$$\text{COG}(r_0) := \frac{\sum_r r c(r, r_0)}{\sum_r c(r, r_0)}.$$

**2. Intra-Pixel:**

Andernfalls müssen wir die zweiten Momente der USAN folgendermaßen berechnen:

$$\begin{aligned} d_{x_0} &:= \sum_r (x - x_0)^2 c_t(r, r_0) \\ d_{y_0} &:= \sum_r (y - y_0)^2 c_t(r, r_0) \\ \sigma &:= \text{sgn}\left(\sum_r (x - x_0)(y - y_0) c_t(r, r_0)\right) \end{aligned}$$

Dabei ergibt sich die Richtung als

$$D(r_0) = \begin{cases} \sigma \arctan \frac{d_{y_0}}{d_{x_0}} & \text{falls } d_{x_0} \neq 0 \\ \frac{\pi}{2} & \text{sonst} \end{cases}$$

Falls allerdings  $d_{x_0} = 0$ , so ist  $D(r_0) = \frac{\pi}{2}$