Schnelle normierte Kreuzkorrelation

Analog zu
„Fast Normalized Cross-Correlation“
J. P. Lewis, 1995

Benjamin Seppke

Inhalt

- Einführung und Motivation
- Kreuzkorrelation vs. normierte Kreuzkorrelation
- Beschleunigung der Berechnung
- Ergebnisse

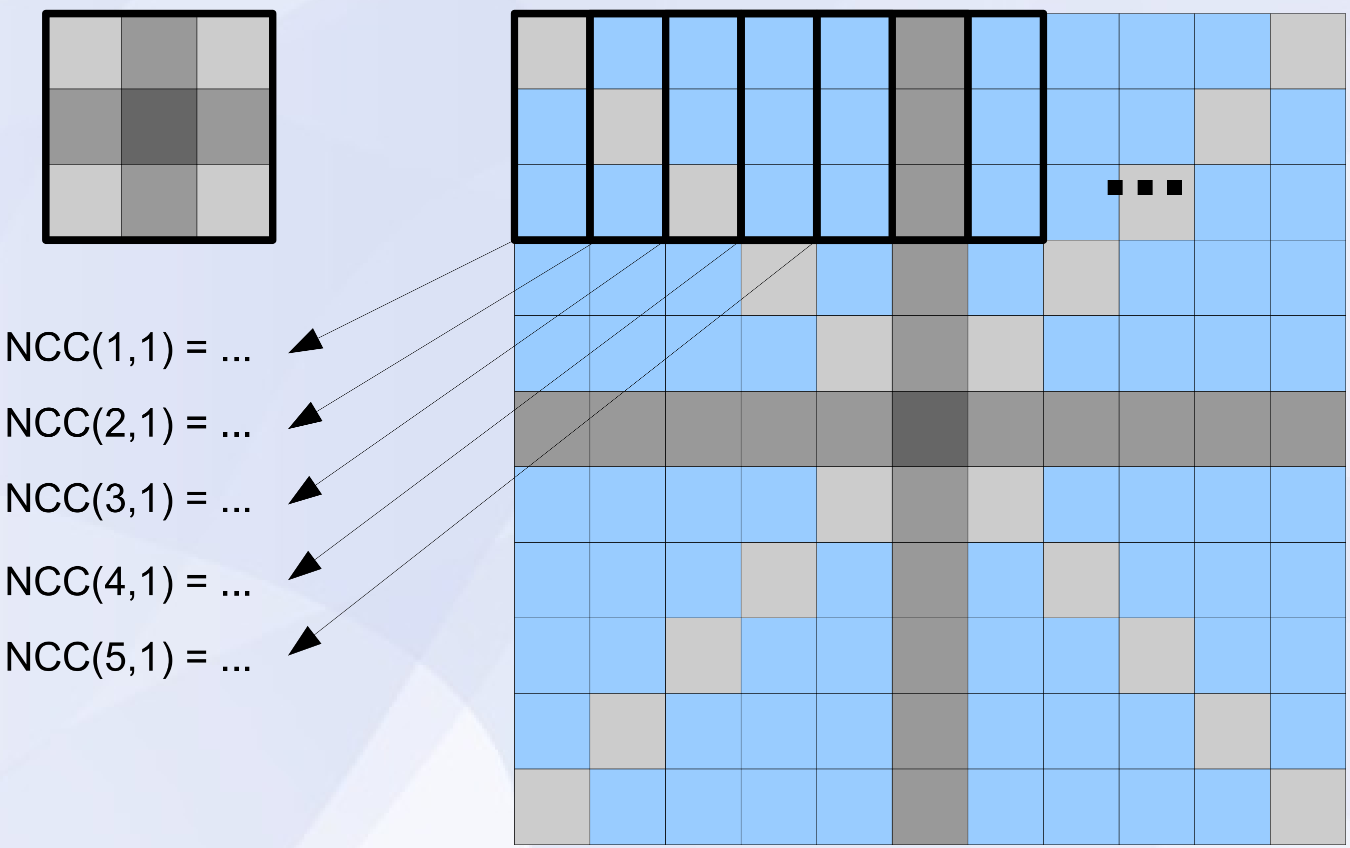
Inhalt

- Einführung und Motivation
- Kreuzkorrelation vs. normierte Kreuzkorrelation
- Beschleunigung der Berechnung
- Ergebnisse

Einführung

- Normierte Kreuzkorrelation wird häufig benutzt bei
  - Typischen Pattern-Matching Aufgaben,
  - Aber auch bei „Tracking“ und
  - Bewegungsdetektion
- „Uralgorithmus“ des Schablonenabgleichs
- Nicht invariant gegenüber Rotation und Skalierung

Beispiel



Motivation

- Bekanntes und erprobtes Verfahren
- Größter Nachteil: Geschwindigkeit nicht besonders hoch
- Dies verhindert z.B.:
  - Echtzeitanwendungen,
  - Hochauflösende Such- und Merkmalsräume
- Geschwindigkeit muss erhöht werden!

Inhalt

- Einführung und Motivation
- Kreuzkorrelation vs. normierte Kreuzkorrelation
- Beschleunigung der Berechnung
- Ergebnisse

Unnormierte Kreuzkorrelation

- Ohne Normierung:
  - ...
  - …
  -

Normierte Kreuzkorrelation

- Mit Normierung:
  - ...
  - …
  -

Inhalt

- Einführung und Motivation
- Kreuzkorrelation vs. normierte Kreuzkorrelation
- Beschleunigung der Berechnung
- Ergebnisse

Beschleunigung der Berechnung I

- Die Ausgangsgleichung

$$\gamma(u,v)=\frac{\sum_{x,y}(f(x,y)-\bar{f}_{u,v})(t(x-u,y-v)-\bar{t})}{\sqrt{\sum_{x,y}(f(x,y)-\bar{f}_{u,v})^2\cdot\sum_{x,y}(t(x-u,y-v)-\bar{t})^2}}$$

wobei $f_{u,v}$ die Fläche des Bildes f unter Maske in der Umgebung des Pixels (u,v) ist.

$$\sum_{x,y}(f(x,y)-\bar{f}_{u,v})(t(x-u,y-v)-\bar{t}) \;=\; FT^{-1}(FT(f')\cdot conj(FT(t')))$$

Problem!

konstant

Beschleunigung der Berechnung II

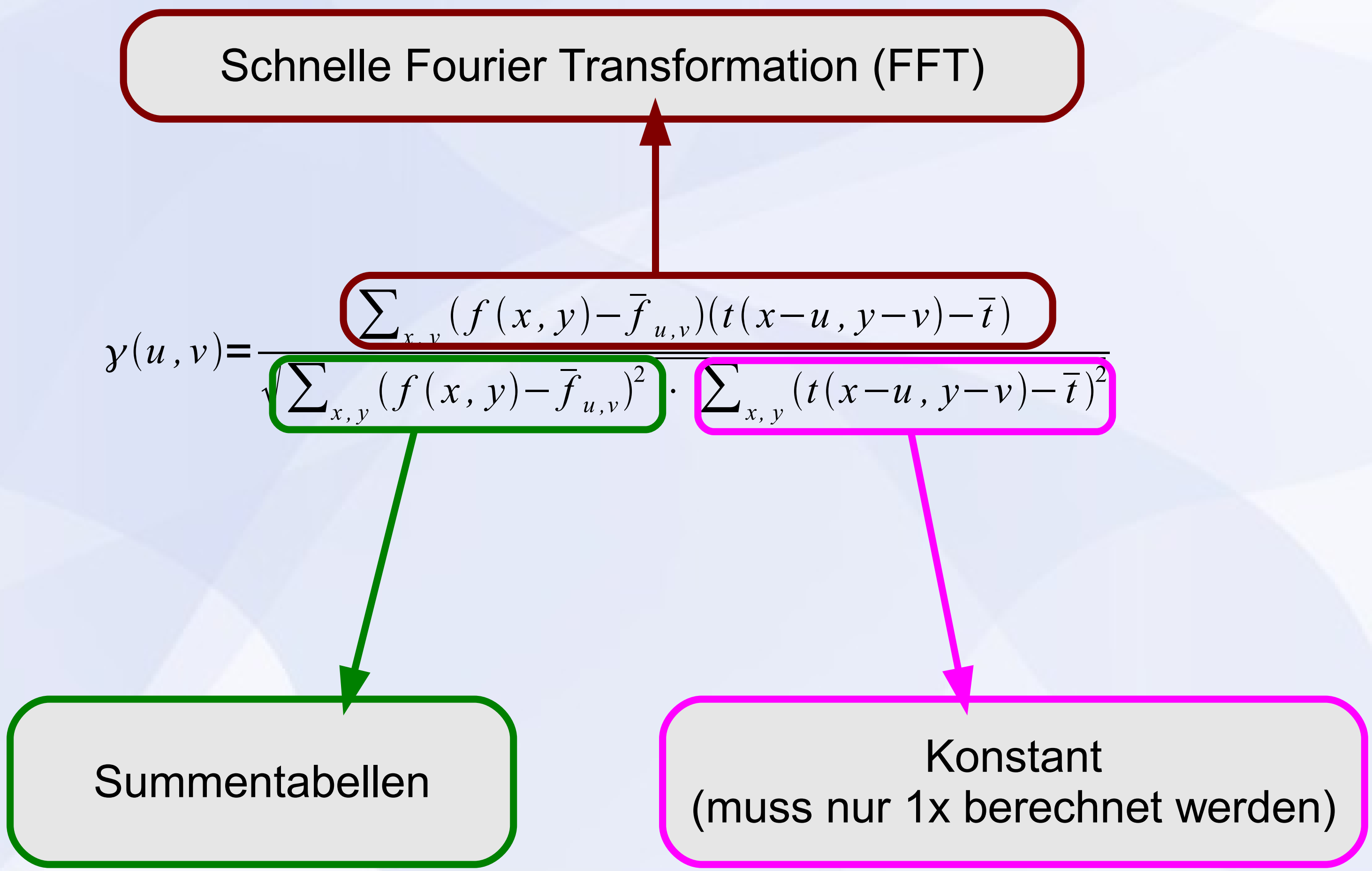
- Der problematische Term näher untersucht:

$$\sqrt{\sum_{x,y}\left(f(x,y)-\bar{f}_{u,v}\right)^2}=\sqrt{n\cdot\sum_{x,y}f(x,y)^2-\left(\sum_{x,y}f(x,y)\right)^2}$$

- Implementation von Summen-Tabellen
  - Summen
  - Summen der Quadrate
- Effiziente Implementierung möglich!

Beschleunigung der Berechnung III

- Zusammenfassung:



Inhalt

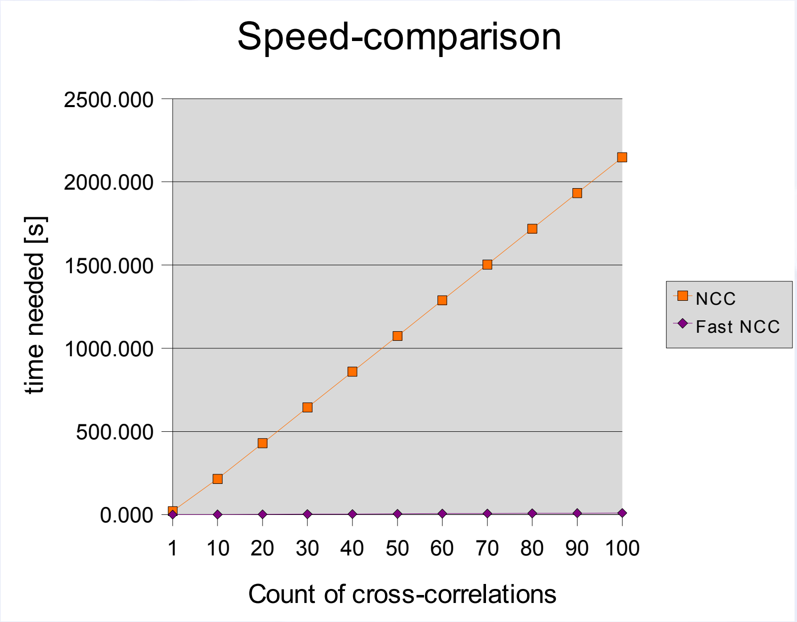
- Einführung und Motivation
- Kreuzkorrelation vs. normierte Kreuzkorrelation
- Beschleunigung der Berechnung
- Ergebnisse

Ergebnisse

- Dank mathematisch korrekter Umformungen → exakt gleiches Ergebnis wie „langsame“ Variante
- Deutlicher Geschwindigkeitszuwachs:

Maskengröße 61x61 Pixel
Größe der Zielregion: 200x200 Pixel

# cross-correlations	time needed [s]	
	NCC	Fast NCC
1	21.474	0.100
10	214.737	0.999
20	429.475	1.998
30	644.212	2.996
40	858.949	3.995
50	1073.686	4.994
60	1288.424	5.993
70	1503.161	6.992
80	1717.898	7.990
90	1932.635	8.989
100	2147.373	9.988



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Literatur

[LEWIS 1995]
Lewis, J. P.
Fast Normalized Cross-Correlation,
Industrial Light & Magic, 1995