



UNIVERSITÄT
DES
SAARLANDES

Programmierung 2 - SS19

Projekt 3 - Seamcarving

Autoren: Jakob Görgen, Christian Kapp, Marvin Meiers

22. Mai 2019

Universität des Saarlandes

Überblick

1. Motivation
2. Algorithmus
3. Bildformat
4. Einführung in das Programm
5. Code-Beispiel

Git Projekt-Repository

Wir können das Projekt mit `git clone` unter folgender URL beziehen:

`https://prog2scm.cdl.uni-saarland.de/git/project3/<NAME>`

`<NAME>` = Euer Benutzername auf der Prog2-Website

Achtung!

Die Repositories sind nur innerhalb des Uninetzes erreichbar. Von außerhalb kann man eine VPN-Verbindung zum Uninetz einrichten.

Eine Anleitung steht auf der Website unter [Software](#).

Motivation

Motivation



Der Broadway Tower ist ein weitgehend zweckfreies Gebäude (Folly) nahe dem englischen Dorf Broadway in Worcestershire. Der über 16 Meter hohe Turm steht am Cotswold Way und auf einem der höchsten Punkte der Cotswolds (312 m über dem Meeresspiegel). Bei guter Sicht können vom Turm aus 13 Grafschaften überblickt werden.

(Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Broadway_Tower)

Motivation



(a) Originalbild.



(b) Verkleinert durch
Stauchen.

Motivation



(a) Originalbild.



(b) Verkleinert durch
seamcarving.

Seamcarving Idee

- Zuschneiden von Bildern
 - Erhaltung von „wichtigen“ Merkmalen
→ Kanten
 - Erhaltung von Proportionen
- ⇒ Geringe wahrnehmbare Verzerrungen

Algorithmus

Seamcarving Algorithmus Überblick

- Berechnung der lokalen Energie jedes Pixels
→ Kantenerkennng
- Berechnung der Energie vertikaler Pixelpfade
- Berechnung des Pfades mit minimaler Energie
- Entfernung der Pixel dieses Pfades

Seamcarving Algorithmus Überblick

- Berechnung der lokalen Energie jedes Pixels
→ Kantenerkennng
- Berechnung der Energie vertikaler Pixelpfade
- Berechnung des Pfades mit minimaler Energie
- Entfernung der Pixel dieses Pfades

Lokale Energie (Beispiel)

- Pixelwert $p_{x,y}$ an der Stelle (x, y)
- Graustufenbild: Werte $p_{x,y} \in [0; 5]$ (üblicherweise $p_{x,y} \in [0; 255]$)

5	5	3	3	3
3	3	3	3	0
3	3	3	0	1
3	3	0	1	1
3	3	0	1	1

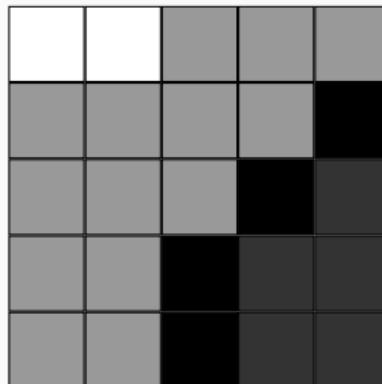
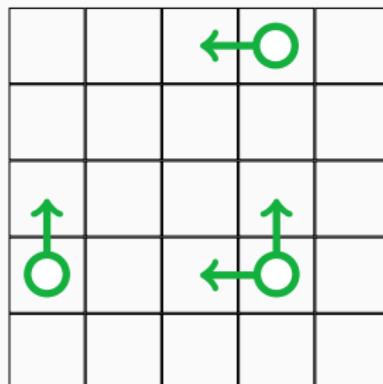


Abbildung 2: Originalbild.

Lokale Energie (Beispiel)

Berechnung lokale Energie:

- Summe der quadrierten Differenz zum oberen und linken Nachbarn (falls vorhanden)



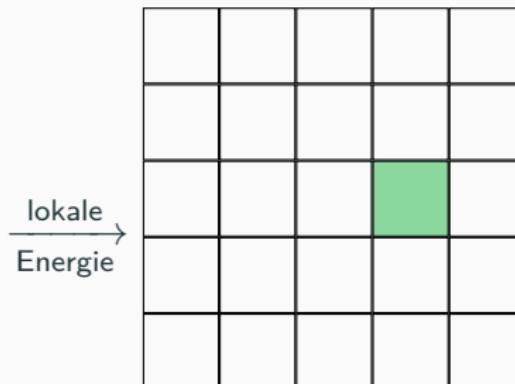
Lokale Energie (Beispiel)

Berechnung lokale Energie:

- Summe der quadrierten Differenz zum oberen und linken Nachbarn (falls vorhanden)

5	5	3	3	3
3	3	3	3	0
3	3	3	0	1
3	3	0	1	1
3	3	0	1	1

(a) Originalbild.



(b) Lokale Energie.

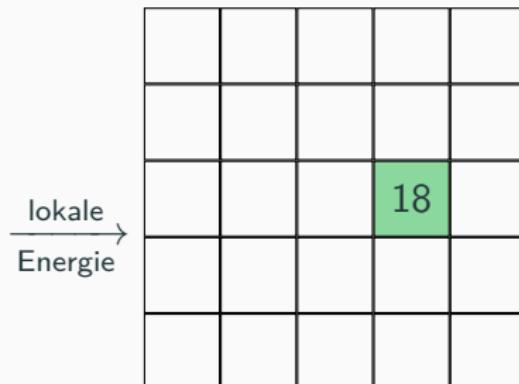
Lokale Energie (Beispiel)

Berechnung lokale Energie:

- Summe der quadrierten Differenz zum oberen und linken Nachbarn (falls vorhanden)

5	5	3	3	3
3	3	3	3	0
3	3	3	0	1
3	3	0	1	1
3	3	0	1	1

(a) Originalbild.



(b) Lokale Energie.

Lokale Energie (Beispiel)

Berechnung lokale Energie:

- Summe der quadrierten Differenz zum oberen und linken Nachbarn (falls vorhanden)

5	5	3	3	3
3	3	3	3	0
3	3	3	0	1
3	3	0	1	1
3	3	0	1	1

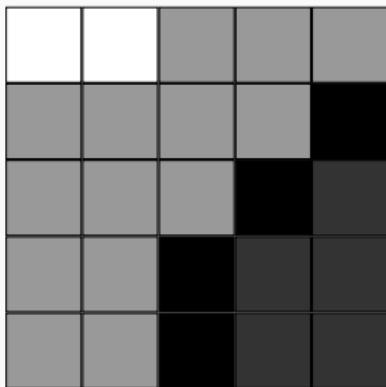
(a) Originalbild.

0	0	4	0	0
4	4	0	0	18
0	0	0	18	2
0	0	18	2	0
0	0	9	1	0

lokale
Energie →

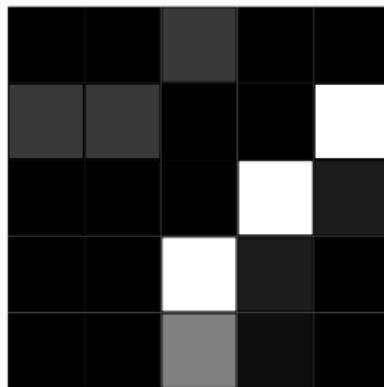
(b) Lokale Energie.

Lokale Energie (Beispiel)



(a) Originalbild.

lokale
Energie



(b) Lokale Energie.

Seamcarving Algorithmus Überblick

- Berechnung der lokalen Energie jedes Pixels
→ Kantenerkennng
- Berechnung der Energie vertikaler Pixelpfade
- Berechnung des Pfades mit minimaler Energie
- Entfernung der Pixel dieses Pfades

Seamcarving Algorithmus Überblick

- Berechnung der lokalen Energie jedes Pixels
→ Kantenerkennng
- Berechnung der Energie vertikaler Pixelpfade
- Berechnung des Pfades mit minimaler Energie
- Entfernung der Pixel dieses Pfades

Akkumulierte Energie (Beispiel)

Akkumulierte Energie:

0	0	4	0	0
4	4	0	0	18
0	0	0	18	2
0	0	18	2	0
0	0	9	1	0

(a) Lokale Energie.

Akkumulierte Energie (Beispiel)

Akkumulierte Energie:

0	0	4	0	0
4	4	0	0	18
0	0	0	18	2
0	0	18	2	0
0	0	9	1	0

(a) Lokale Energie.

akkumulierte
Energie

×	a	b	c	×
×	×	y		

(b) Akkumulierte
Energie.

Akkumulierte Energie (Beispiel)

Akkumulierte Energie:

0	0	4	0	0
4	4	0	0	18
0	0	0	18	2
0	0	18	2	0
0	0	9	1	0

(a) Lokale Energie.

akkumulierte
Energie

0	0	4	0	0
4	4	0	0	18
4	0	0	18	2
0	0	18	2	2
0	0	9		

(b) Akkumulierte
Energie.

Akkumulierte Energie (Beispiel)

Akkumulierte Energie:

0	0	4	0	0
4	4	0	0	18
0	0	0	18	2
0	0	18	2	0
0	0	9	1	0

(a) Lokale Energie.

akkumulierte
Energie

0	0	4	0	0
4	4	0	0	18
4	0	0	18	2
0	0	18	2	2
0	0	9		

(b) Akkumulierte
Energie.

Akkumulierte Energie (Beispiel)

Akkumulierte Energie:

0	0	4	0	0
4	4	0	0	18
0	0	0	18	2
0	0	18	2	0
0	0	9	1	0

(a) Lokale Energie.

akkumulierte
Energie

0	0	4	0	0
4	4	0	0	18
4	0	0	18	2
0	0	18	2	2
0	0	9	1	0

(b) Akkumulierte
Energie.

Akkumulierte Energie (Beispiel)

Akkumulierte Energie:

0	0	4	0	0
4	4	0	0	18
0	0	0	18	2
0	0	18	2	0
0	0	9	1	0

(a) Lokale Energie.

akkumulierte
Energie

0	0	4	0	0
4	4	0	0	18
4	0	0	18	2
0	0	18	2	2
0	0	9	1	0

(b) Akkumulierte
Energie.

Akkumulierte Energie (Beispiel)

Akkumulierte Energie:

0	0	4	0	0
4	4	0	0	18
0	0	0	18	2
0	0	18	2	0
0	0	9	1	0

(a) Lokale Energie.

akkumulierte
Energie

0	0	4	0	0
4	4	0	0	18
4	0	0	18	2
0	0	18	2	2
0	0	9	3	

(b) Akkumulierte
Energie.

Akkumulierte Energie (Beispiel)

Akkumulierte Energie:

0	0	4	0	0
4	4	0	0	18
0	0	0	18	2
0	0	18	2	0
0	0	9	1	0

(a) Lokale Energie.

akkumulierte
Energie

0	0	4	0	0
4	4	0	0	18
4	0	0	18	2
0	0	18	2	2
0	0	9	3	2

(b) Akkumulierte
Energie.

Akkumulierte Energie (Beispiel)

Akkumulierte Energie:

0	0	4	0	0
4	4	0	0	18
0	0	0	18	2
0	0	18	2	0
0	0	9	1	0

(a) Lokale Energie.

akkumulierte
Energie

0	0	4	0	0
4	4	0	0	18
4	0	0	18	2
0	0	18	2	2
0	0	9	3	0

(b) Akkumulierte
Energie.

Akkumulierte Energie (Beispiel)

Akkumulierte Energie:

0	0	4	0	0
4	4	0	0	18
0	0	0	18	2
0	0	18	2	0
0	0	9	1	0

(a) Lokale Energie.

akkumulierte
Energie

0	0	4	0	0
4	4	0	0	18
4	0	0	18	2
0	0	18	2	2
0	0	9	3	0

(b) Akkumulierte
Energie.

Akkumulierte Energie (Beispiel)

Akkumulierte Energie:

0	0	4	0	0
4	4	0	0	18
0	0	0	18	2
0	0	18	2	0
0	0	9	1	0

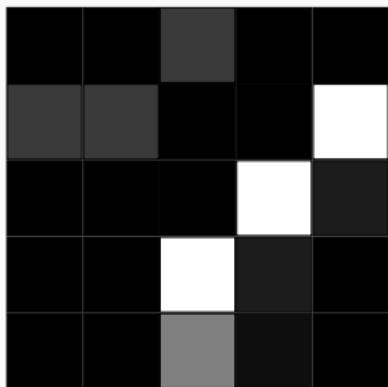
(a) Lokale Energie.

akkumulierte
Energie

0	0	4	0	0
4	4	0	0	18
4	0	0	18	2
0	0	18	2	2
0	0	9	3	2

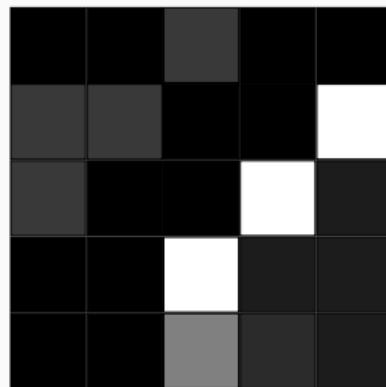
(b) Akkumulierte
Energie.

Akkumulierte Energie (Beispiel)



(a) Lokale Energie.

akkumulierte
Energie



(b) Akkumulierte
Energie.

Seamcarving Algorithmus Überblick

- Berechnung der lokalen Energie jedes Pixels
→ Kantenerkennng
- Berechnung der Energie vertikaler Pixelpfade
- Berechnung des Pfades mit minimaler Energie
- Entfernung der Pixel dieses Pfades

Seamcarving Algorithmus Überblick

- Berechnung der lokalen Energie jedes Pixels
→ Kantenerkennng
- Berechnung der Energie vertikaler Pixelpfade
- Berechnung des Pfades mit minimaler Energie
- Entfernung der Pixel dieses Pfades

Pfad der minimalen Energie (Beispiel)

- Finde den Pixel mit minimaler Energie in der untersten Reihe
- Suche Pfad mit minimalen Kosten von diesem Pixel nach oben
 - Bei mehreren optimalen Nachbarn:
 1. Oben
 2. Oben links
 3. Oben rechts
 - Zu entfernder Pfad

Pfad der minimalen Energie (Beispiel)

0	0	4	0	0
4	4	0	0	18
4	0	0	18	2
0	0	18	2	2
0	0	9	3	2

Abbildung 8: Akkumulierte Energie.

Pfad der minimalen Energie (Beispiel)

0	0	4	0	0
4	4	0	0	18
4	0	0	18	2
0	0	18	2	2
0	0	9	3	2

Abbildung 8: Akkumulierte Energie.

Pfad der minimalen Energie (Beispiel)

0	0	4	0	0
4	4	0	0	18
4	0	0	18	2
0	0	18	2	2
0	0	9	3	2

Abbildung 8: Akkumulierte Energie.

Pfad der minimalen Energie (Beispiel)

0	0	4	0	0
4	4	0	0	18
4	0	0	18	2
0	0	18	2	2
0	0	9	3	2

Abbildung 8: Akkumulierte Energie.

Pfad der minimalen Energie (Beispiel)

0	0	4	0	0
4	4	0	0	18
4	0	0	18	2
0	0	18	2	2
0	0	9	3	2

Abbildung 8: Akkumulierte Energie.

Pfad der minimalen Energie (Beispiel)

0	0	4	0	0
4	4	0	0	18
4	0	0	18	2
0	0	18	2	2
0	0	9	3	2

Abbildung 8: Akkumulierte Energie.

Seamcarving Algorithmus Überblick

- Berechnung der lokalen Energie jedes Pixels
→ Kantenerkennng
- Berechnung der Energie vertikaler Pixelpfade
- Berechnung des Pfades mit minimaler Energie
- Entfernung der Pixel dieses Pfades

Seamcarving Algorithmus Überblick

- Berechnung der lokalen Energie jedes Pixels
→ Kantenerkennng
- Berechnung der Energie vertikaler Pixelpfade
- Berechnung des Pfades mit minimaler Energie
- Entfernung der Pixel dieses Pfades

Entfernung Pixelpfad (Beispiel)

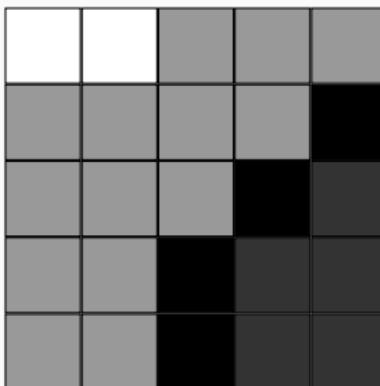


Abbildung 9: Originalbild.

Entfernung Pixelpfad (Beispiel)

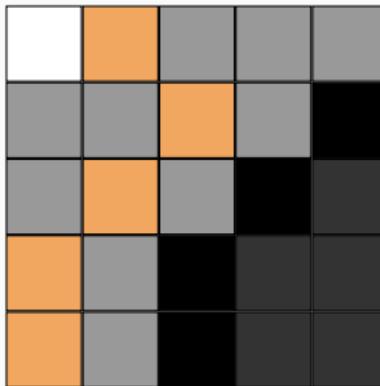


Abbildung 9: Originalbild mit zu entfernendem Pfad.

Entfernung Pixelpfad (Beispiel)

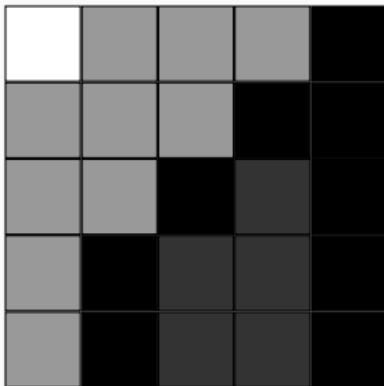


Abbildung 10: Originalbild „verkleinert“.

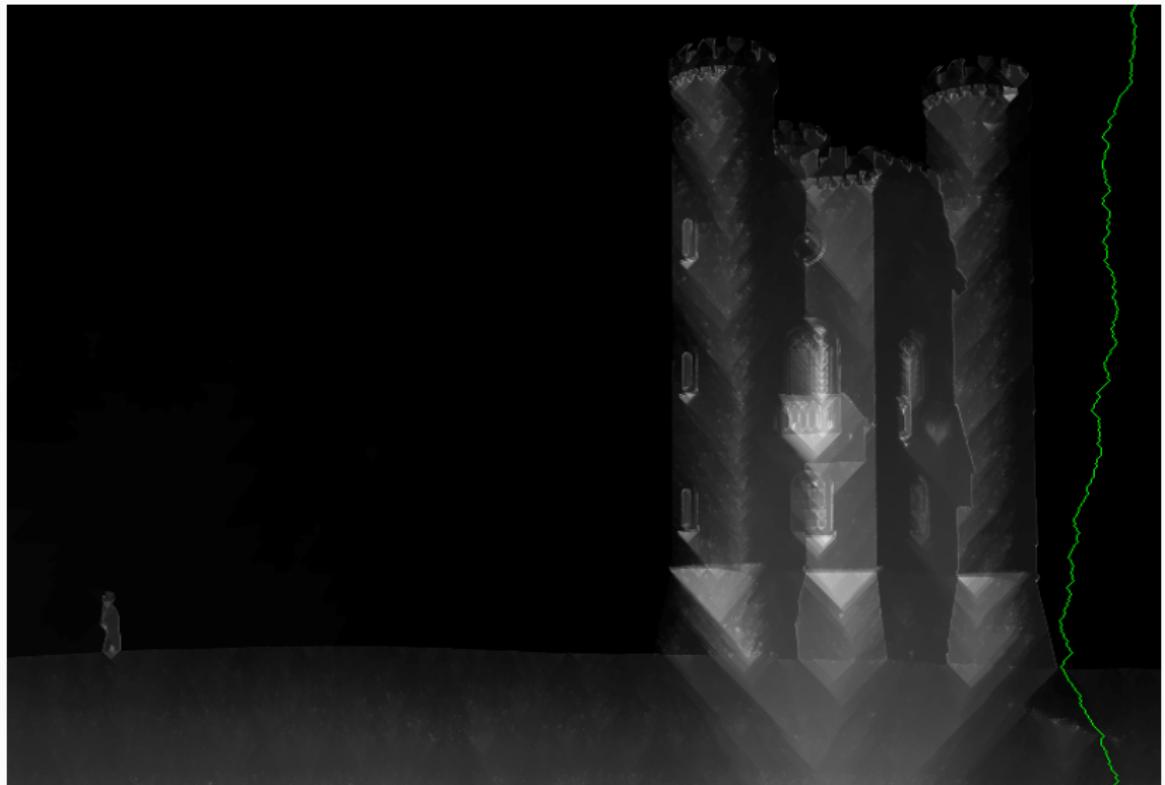
Seamcarving Algorithmus Überblick

- Berechnung der lokalen Energie jedes Pixels
→ Kantenerkennng
- Berechnung der Energie vertikaler Pixelpfade
- Berechnung des Pfades mit minimaler Energie
- Entfernung der Pixel dieses Pfades

Realbeispiel



Realbeispiel



Realbeispiel



Bildformat

Bildformat

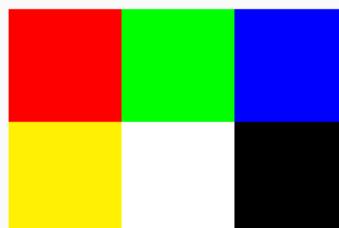
P3

3 2

255

255 0 0 0 255 0 0 0 255

255 255 0 255 255 255 0 0 0



Einführung in das Programm

Programmfluss

Auswerten der Argumente

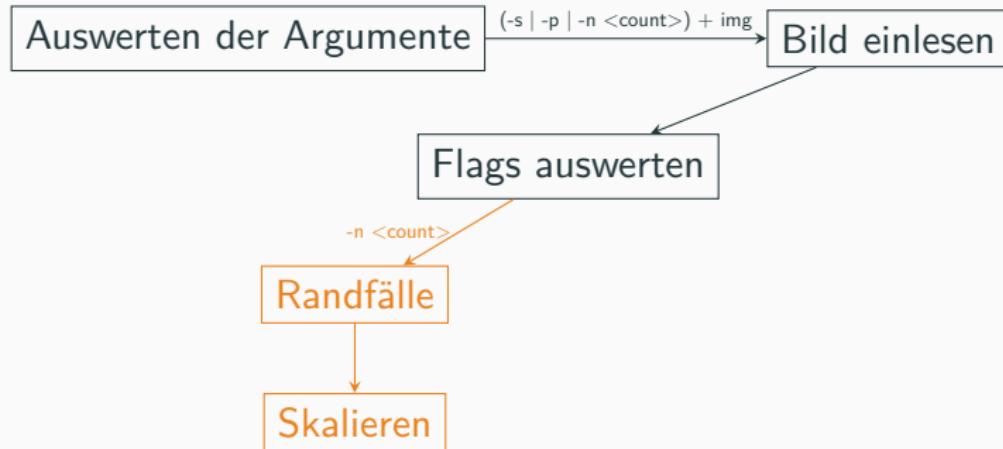
Programmfluss



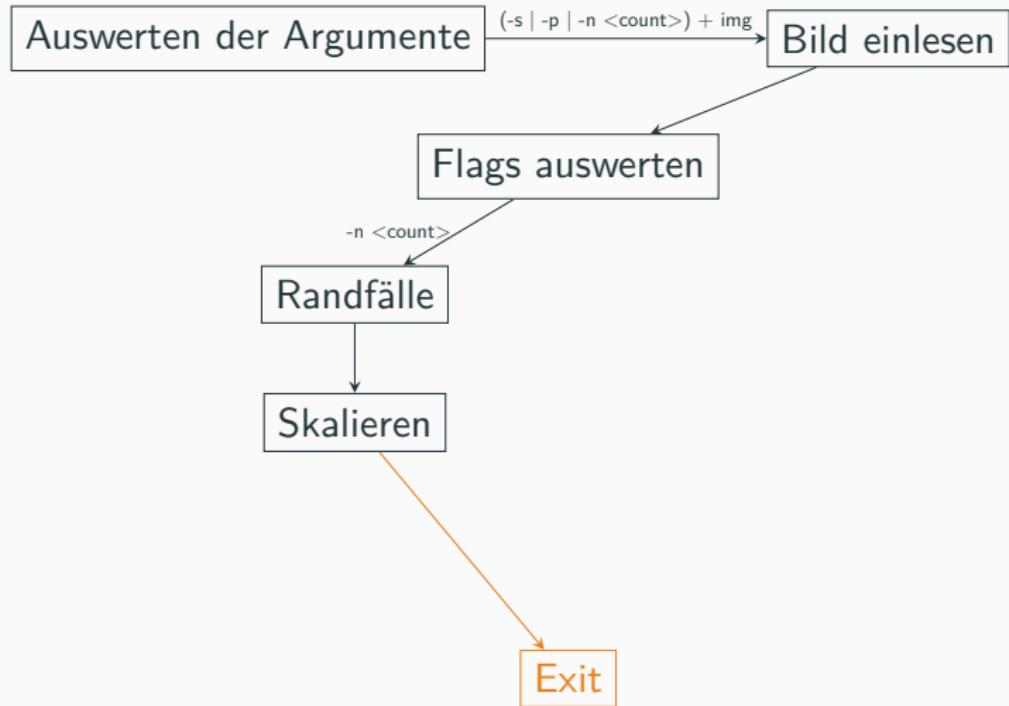
Programmfluss



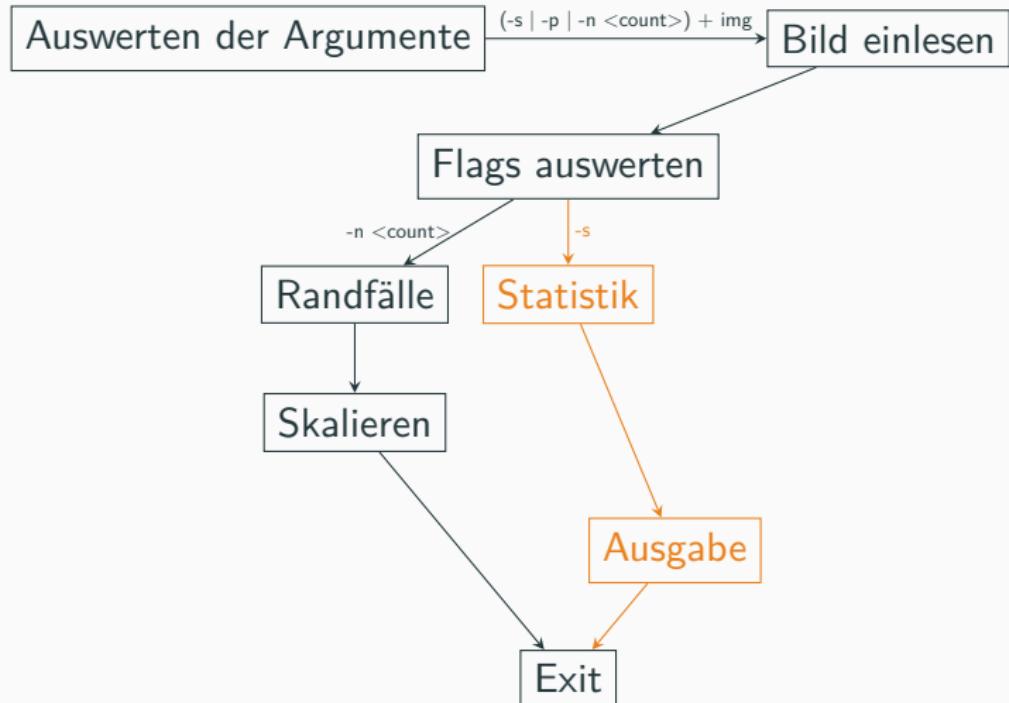
Programmfluss



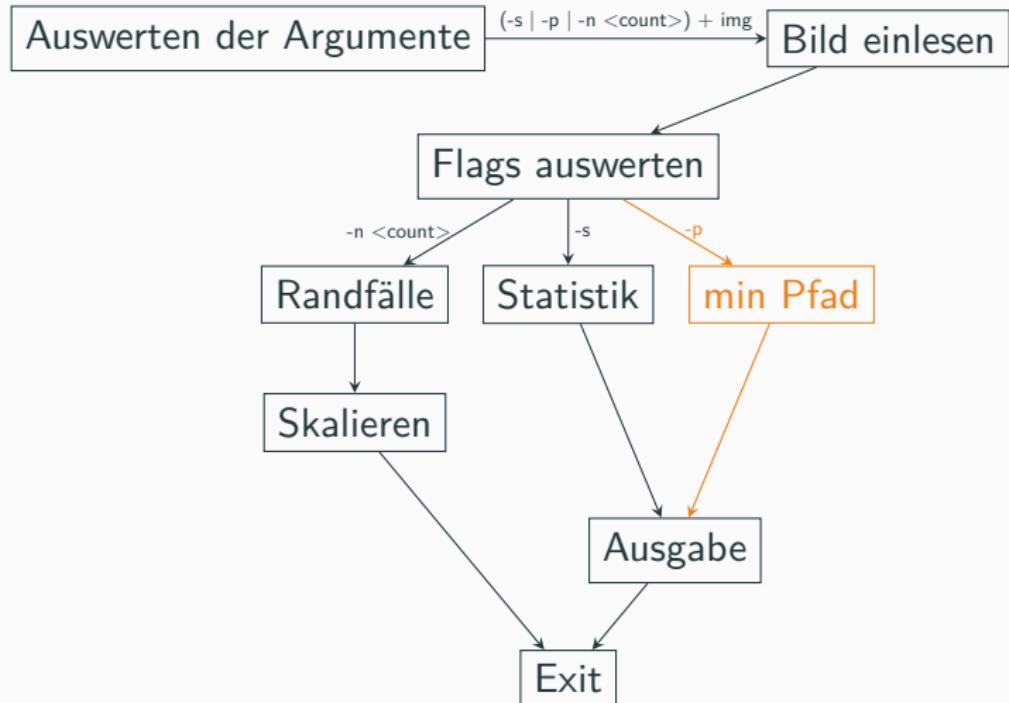
Programmfluss



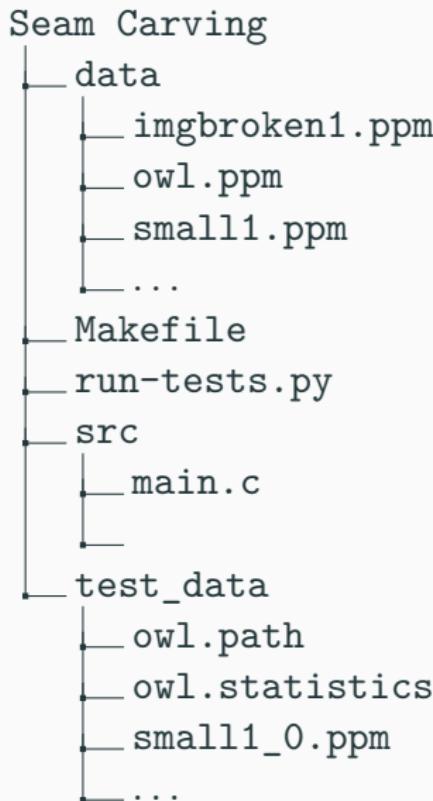
Programmfluss



Programmfluss



Projektstruktur



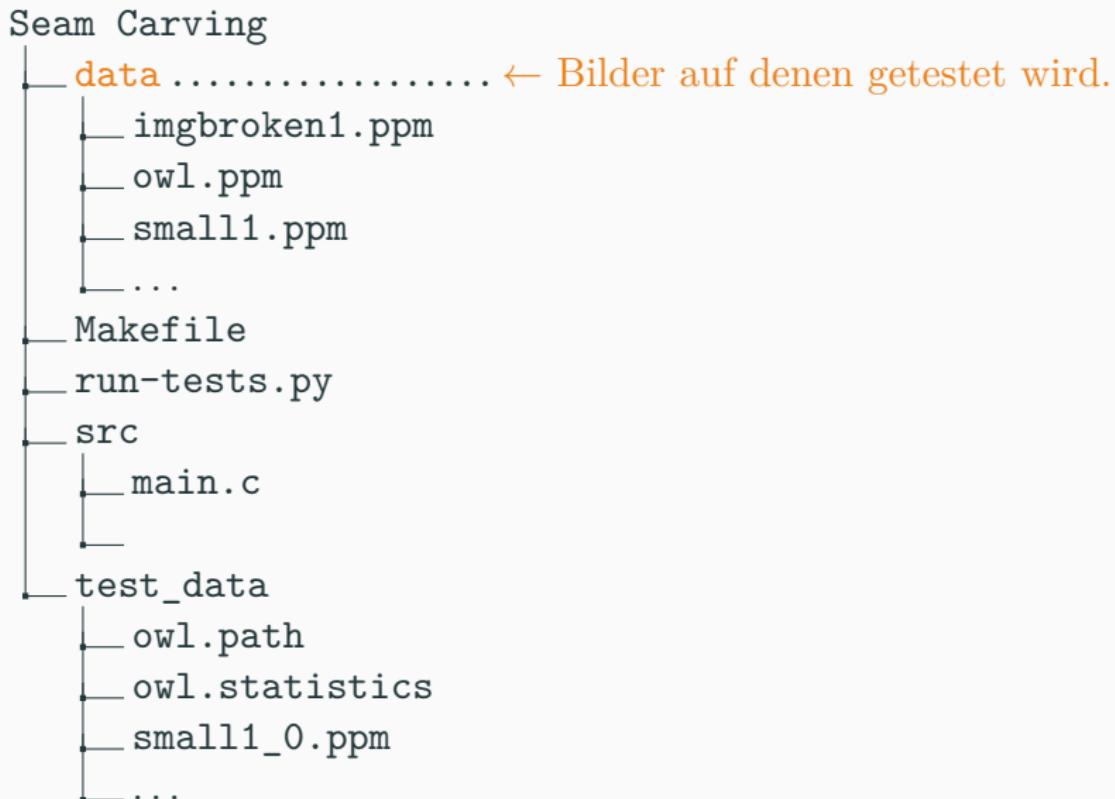
Projektstruktur



Projektstruktur



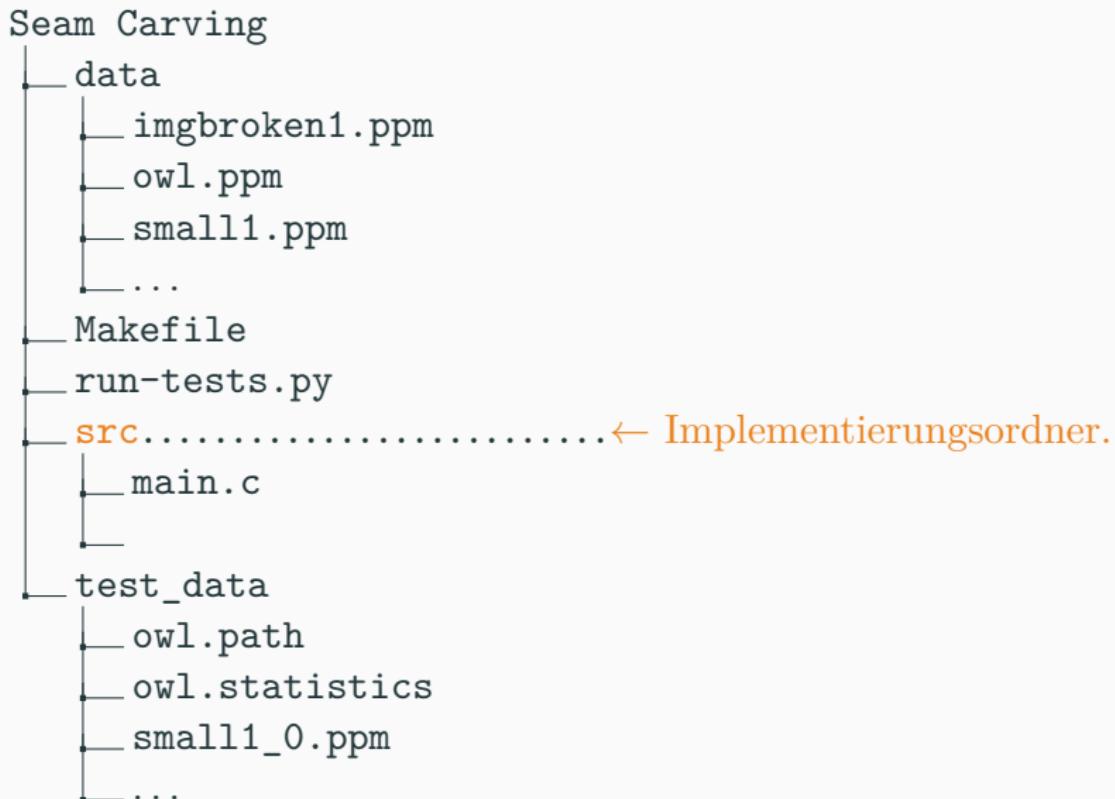
Projektstruktur



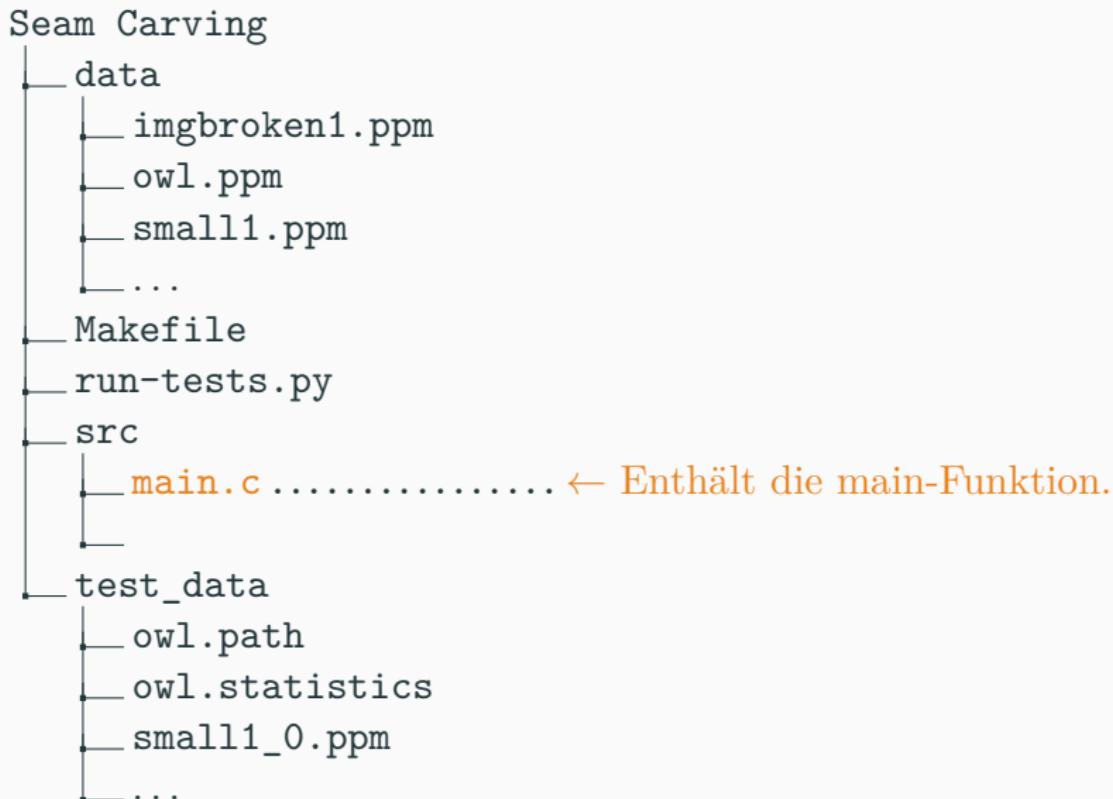
Projektstruktur



Projektstruktur



Projektstruktur



Projektstruktur

```
Seam Carving
├── data
│   ├── imgbroken1.ppm
│   ├── owl.ppm
│   ├── small1.ppm
│   └── ...
├── Makefile
├── run-tests.py
└── src
    ├── main.c ..... →
    └──
├── test_data
    ├── owl.path
    ├── owl.statistics
    ├── small1_0.ppm
    └── ...

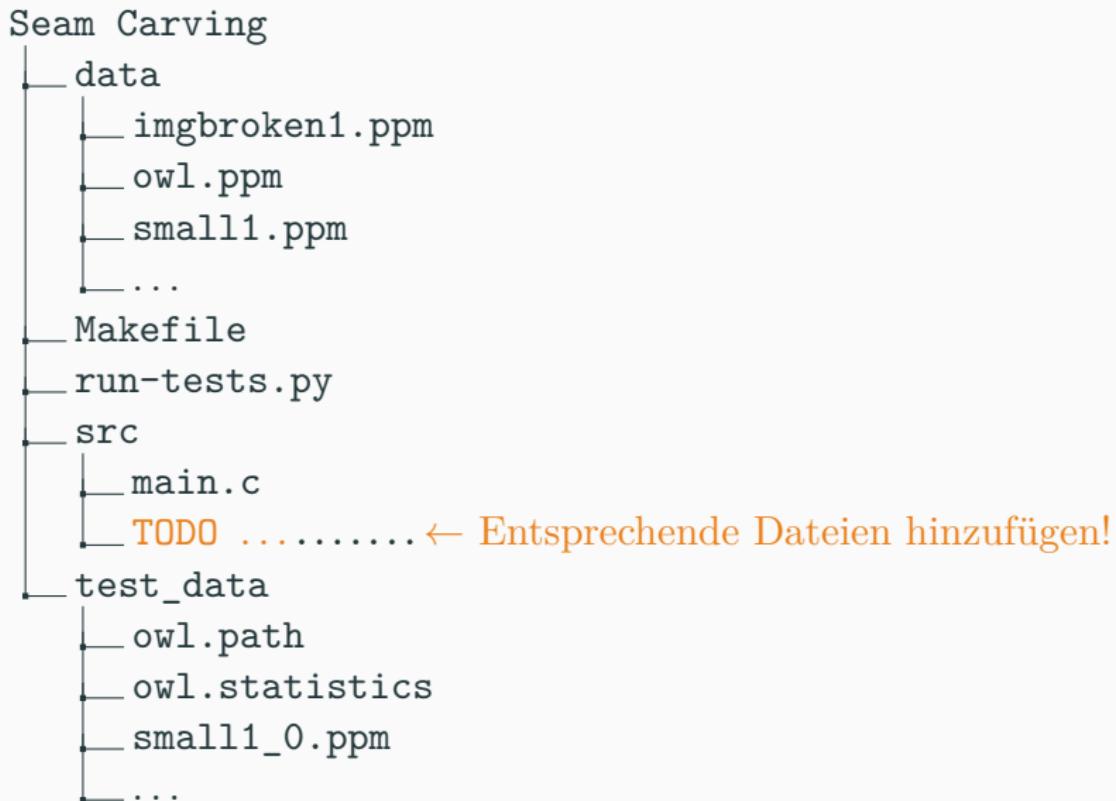
```



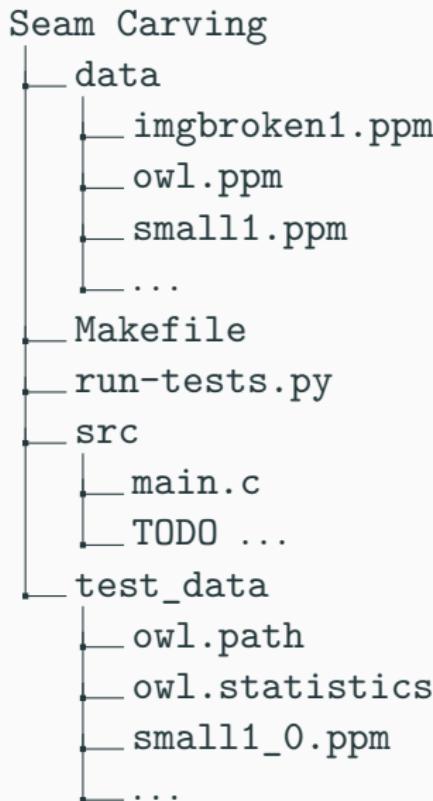
A screenshot of a code editor window titled "main.c". The code shown is:

```
int main(int const argc, char** const argv)
{
}
```

Projektstruktur



Projektstruktur



Code-Beispiel

Parse von Kommandozeilen-Argumenten

```
$ ./prog -f 6 -g 100
factorial(6) = 720
gaussian_sum(100) = 5050
```

Parse von Kommandozeilen-Argumenten

```
$ ./prog -f 6 -g 100
factorial(6) = 720
gaussian_sum(100) = 5050
```

Verwendung von getopt

→ siehe `man 3 getopt`

Fragen?