

Testaufgaben zur Vorlesung

Computergrafik 2

Filterung und Kantendetektion



Bemerkungen:

- Bei jeder Aufgabe ist eine Kategorie angegeben, die Aufschluss darüber gibt welches Grundprinzip die Aufgabenstellung verfolgt:
 - **Reproduktion (RP):** Wissensfragen und Aufgaben die gelerntes Wissen abfragen. Die Lösung zur Aufgabe steht mehr oder weniger wörtlich in den Folien oder wurde im Screencast erläutert.
 - **Reorganisation (RO):** Aufgaben in denen Beispiele und Inhalte aus der Vorlesung aufgegriffen und leicht modifiziert werden.
 - Z.B. Beispielaufgabe rechnen oder Algorithmus auf Beispiel anwenden mit anderen Werten oder leicht veränderten Rahmenbedingungen
 - **Verständnis und Zusammenhang (VZ):** Verständnis überprüfen und Wissensbereiche miteinander verknüpfen. Inhaltliche Antworten nicht nur hinschreiben, sondern auch Begründungen geben warum dies korrekt ist / funktioniert.
 - **Transfer (TR):** Aufgaben die den Kontext so stark verändern, dass eine Lösungsstrategie erst aus den vorhandenen Wissen abgeleitet und konstruiert werden muss. Fragen deren Antworten nicht in den Unterlagen zu finden sind, sondern aus dem eigenen Verständnis heraus schlussgefolgert werden müssen. Schwierige Aufgaben, die selten vorkommen und dazu dienen festzustellen ob jemand eine 1 als Note verdient hat.
- Die Teilaufgaben sind potentielle Klausuraufgaben, bzw. waren das auch teilweise so oder so ähnlich schon in vergangenen Jahren.
- **Es gibt keine Bonuspunkte für die Bearbeitung der Testaufgaben!** Die Punkte bei den Aufgaben dienen nur zur Orientierung um einschätzen zu können, wie hoch die Gewichtung bezogen auf die Gesamtpunktzahl einer Klausur ist (Die Punkte sind angegeben in Bezug auf eine Klausur mit 60 Punkten gesamt)
- Es sind hier mehr Test-Aufgaben angegeben als in der Klausur zu einem Thema zu finden sein werden (siehe Punkte Gewichtung)

Teilthema 1: Filter

- a) Definieren Sie den Begriff Gradient und erläutern Sie welche Informationen er bezüglich einer potentiellen Kante enthält. (RP, 3 P)
- b) Geben Sie Merkmale und Parameter eines linearen Filters stichpunktartig an (Hinweis: je 3 Merkmale und Parameter sind gefragt, 0.5 P je richtige Nennung) (RP, 3 P)
- c) Die am häufigsten verwendeten Kanten-Operatoren (Prewitt, Sobel) sind separabel. Erläutern Sie was diese Eigenschaft bedeutet und welche Auswirkungen dies bei der Implementierung des Operators als Filter hat. (VZ, 3 P)
- d) Erläutern Sie detailliert, wieso ein separabler Filter bei entsprechender Implementierung effizienter ist als bei „einfacher“ 2D Implementierung (also wo genau kommt sie Effizienz her?). Wie verhält sich das Laufzeitverhalten asymptotisch (d.h. in O-Notation) bei Vergrößerung des 2D-Filterkerns? (VZ, 3P)
- e) Im Gegensatz zu Punktoperationen ist bei Filterung keine „in-place“ Verarbeitung möglich. Erläutern Sie die beiden möglichen Varianten der Verarbeitung im Speicher (mit Skizze). (RP, 2 P)
- f) Gegeben ist folgender grundlegender Pseudocode für die Filterung: (RP, 4 P)

```
2     int w = orig.getWidth();
3     int h = orig.getHeight();
4     // 3 x 3 filter matrix
5     double[][] filter = {
6         {0.075, 0.125, 0.075},
7         {0.125, 0.200, 0.125},
8         {0.075, 0.125, 0.075}
9     };
10    ImageProcessor copy = orig.duplicate();
11
12    for (int v=1; v<=h-2; v++) {
13        for (int u=1; u<=w-2; u++) {
14            // compute filter result for position (u,v)
15            double sum = 0;
16            for (int j=-1; j<=1; j++) {
17                for (int i=-1; i<=1; i++) {
18                    int p = copy.getPixel(u+i,v+j);
19                    // get the corresponding filter coefficient:
20                    double c = filter[j+1][i+1];
21                    sum = sum + c * p;
22                }
23            }
24            int q = (int) Math.round(sum);
25            orig.putPixel(u,v,q);
26        }
27    }
```

Ändern Sie den Code so ab, dass dieser für einen beliebigen als 2D Array gegebenen Filter (insb. beliebige Größe) korrekt ausgeführt wird und so viele

Integer-Operationen wie möglich bei der Berechnung verwendet.

- g) Erweitern Sie das Ergebnis von f) so, dass sowohl Glättungsfilter (VZ, 2P)
als auch Filter zur Schätzung der Ableitung realisiert werden können.
- h) Erläutern Sie die verschiedenen Möglichkeiten der Randbehandlung (RP, 4 P)
bei der Filterung. Nennen Sie jeweils Eigenschaften bzw. Vor- oder
Nachteile der jeweiligen Vorgehensweise
- i) Wie müsste ein Testbild aussehen, mit dem Sie die Korrektheit ihrer (TR, 3 P)
Randbehandlung bei ihrer Implementierung testen können?
Begründen Sie Ihre Antwort!
- j) Welcher visuelle Effekt hat ein Maximumsfilter auf ein mit „Salt-and- (VZ, 3 P)
Pepper-Rauschen“ versehenes Bild? Begründen Sie warum und wie
genau der Effekt zustande kommt.

Teilthema 2: Kantenerkennung:

a) Geben Sie die strukturelle Funktionsweise des Canny-Algorithmus gemäß der Vorlesung als Pseudocode an. (RP, 5P)

- Sie können dazu die Routinen `getOrientationSector(...)`, `isLocalMax(...)`, `traceAndThreshold(..)` sowie die benötigten Filter für die Vorverarbeitung als bekannt voraussetzen.
- Es ist also die Struktur sowie der korrekte Aufruf der Sub-Routinen gefragt: (Bedingungen wann aufgerufen wird, Parameterliste und die Bedeutung der Parameter)

b) Erläutern Sie wie bei der Canny-Edge-Detection die Kanten-lokalisierung erfolgt (es ist konkret die Funktionsweise der Routine `isLocalMax(...)` gemäß der Vorlesung gefragt). Beachten Sie dabei folgende Teilaspekte (RP)

- Geben sie die Liste der Parameter beim Aufruf sowie den Rückgabewert an und erläutern Sie deren Bedeutung. (3P)
- Geben Sie die Funktion der Routine als Pseudocode an und erläutern Sie die prinzipielle Funktionsweise. (3P)

Hinweis: Sie können die Routine `getOrientationSector(...)` bzw. deren Ergebnis als gegeben annehmen.

c) Erläutern Sie die Routine `getOrientationSector(...)` bei der Canny-Edge Detection gemäß der Vorlesung. Beachten Sie dabei folgende Teilaspekte (RP)

- Geben sie die Liste der Parameter beim Aufruf sowie den Rückgabewert an und erläutern Sie deren Bedeutung. (2P)
- Warum wird diese Methode benötigt, d.h. welchen Nutzen hat Sie? (1P)
- Geben Sie die grundlegende Arbeitsweise als „Kochrezept“ oder Pseudocode an. (2P)
- Erläutern Sie warum die in der Vorlesung gezeigte Umsetzung effizient ist. (1P)

-
- d) Erläutern Sie anhand einer Skizze, wie mit Hilfe einer geschätzten zweiten Ableitung eine Kantendetektion realisiert werden kann. In welchen Fällen ist diese Vorgehensweise besser geeignet als ein Sobel- oder Prewitt-Operator? (RP, 3P)
- e) Erläutern Sie kurz das Grundprinzip von Usharp Masking (USM). Welchen Nachteil hat das Verfahren? (RP, 3P)
- f) Erläutern Sie anhand einer ausführlichen Berechnung (also incl. Formeln) wieso die Laplace-Schärfung ein Spezialfall der USM Schärfung darstellt. (VZ, 4P)
- g) Erläutern Sie wie das Ergebnis der Canny-Edge-Detection auf einen 7 Pixel breiten diagonal verlaufenden schwarzen Balken auf grauem Hintergrund hat. (TR, 2P)