

## Computergrafik 1

### **Abgabetermin:**

Die Lösungen zu diesem Übungsblatt müssen nicht abgegeben werden und werden nicht bewertet.

### **Inhalt:**

Dieses Blatt enthält beispielhafte Klausuraufgaben. Diese Aufgaben sind im Anspruch und Umfang mit den tatsächlich gestellten vergleichbar und sollen einen Anhaltspunkt zur Vorbereitung bieten. Bitte beachten Sie, dass der Umfang des gesamten Übungsblatts nicht dem Umfang der Klausur entsprechen muss.

Erlaubte Hilfsmittel in der Klausur sind wissenschaftliche Taschenrechner und Schreibgeräte. Mobiltelefone, Computer, eigene Notizen, Skripten, Bücher etc. sind nicht zugelassen.

In der Klausur selbst müssen insgesamt etwa 50% der möglichen Punkte (bei keinen angerechneten Bonuspunkten) erreicht werden um zu bestehen.

### **Aufgabe 1 Transformationen und Projektionen**

**(12 Punkte)**

Durch affine Transformationen können Vertices und Objekte in einem virtuellen Raum manipuliert werden. Die folgende Aufgabe bezieht sich auf ein dreidimensionales Koordinatensystem (kartesisch, rechtshändig, rechtsdrehend).

- a) Um Transformationen schnell ausführen zu können werden sie in der Computergrafik durch Matrizenmultiplikationen dargestellt. Allerdings müssen Matrizen um alle affinen Transformationen einheitlich mit ihnen darstellen zu können erweitert werden. Wie heißen diese speziellen Matrizen und wie unterscheiden sie sich von regulären, dreidimensionalen Matrizen? **(2 Punkte)**
- b) Die drei am Häufigsten verwendeten affinen Transformationen sind Translation, Rotation und Skalierung. Geben Sie die dazugehörigen Transformationsmatrizen für den dreidimensionalen Raum an. **(3 Punkte)**
- c) Gegeben sei ein Dreieck mit folgenden Eckpunkten:
  - $P_1 (1, -5, 0)$
  - $P_2 (7, 10, -2)$
  - $P_3 (-3, 7, 2)$

Das Dreieck soll zuerst um  $37,5^\circ$  um die Y-Achse gedreht werden und danach um den Vektor  $v (3, 10, -1)$  verschoben werden. Führen Sie diese Transformationen nur durch Matrixmultiplikation durch: Erstellen Sie zuerst eine Transformationsmatrix und wenden Sie diese dann auf die einzelnen Punkte des Dreiecks an. Geben Sie Rechenweg sowie das Ergebnis an. **(4 Punkte)**

- d) Die Transformationen aus der vorherigen Aufgabe sollen wieder rückgängig gemacht werden. Erstellen Sie die entsprechende Transformationsmatrix. **(1 Punkt)**

- e) Um dreidimensionale Szenen auf den zweidimensionalen Bildschirm zu bringen werden Projektionen benutzt. Nennen Sie zwei Projektionsarten die Sie in der Vorlesung kennengelernt haben und beschreiben Sie kurz deren Eigenschaften und Unterschiede. **(2 Punkte)**

### Aufgabe 2 Farben und Licht

**(6 Punkte)**

Licht und Farben sind elementare Bestandteile der Computergrafik. Um realistische Ergebnisse zu erhalten werden verschiedene Farb- und Lichtmodelle verwendet.

- a) RGB / CMY und HSL / HSV gehören zu zwei unterschiedlichen Gruppen von Farbmodellen. Wie heißen diese Gruppen? **(1 Punkt)**
- b) Im Zusammenhang mit Farben spielt auch Kontrast eine große Rolle. Welche der in Aufgabenteil a) genannten Farbmodelle eignen sich gut zur einfachen Beschreibung des Hell-Dunkel-Kontrasts und warum? **(1 Punkt)**
- c) Erklären Sie den grundlegenden Unterschied zwischen RGB und CMY. Geben Sie außerdem die Formel zur Konvertierung von RGB nach CMY an. **(1 Punkt)**
- d) In der Vorlesung wurde das Beleuchtungsmodell nach Phong besprochen. Erklären Sie den Unterschied zwischen den ambienten, diffusen und spekularen Anteilen des Lichts in diesem Modell! **(3 Punkte)**

### Aufgabe 3 Konvolutionen

**(10 Punkte)**

Ein Mittel zur Bearbeitung von Bildern ist die mathematische Konvolutionsfunktion. Dabei werden basierend auf einem Kernel Bildpunkte miteinander kombiniert.

- a) Leiten Sie sich einen 3x3-Kernel her, mit dem sich eine Tiefpassfilterung im Frequenzraum durchführen lässt. Erklären Sie kurz, warum dieser Kernel das Bild weichzeichnet. **(2 Punkte)**
- b) Wie ist die Konvolution mathematisch definiert? **(2 Punkte)**
- c) Gegeben seien folgendes Bild (8-Bit Graustufen)

128	2	210	10
166	5	170	7
187	1	205	13

und ein Kernel:

-1	-1	-1
-1	9	-1
-1	-1	-1

Berechnen Sie die Auswirkung dieses Kerns auf die beiden in der Mitte des Bilds liegenden Punkte (d.h. '5' und '170'). **(3 Punkte)**

- d) Welcher Filter wird durch diesen Kernel dargestellt und welchen Effekt hat er? **(1 Punkt)**
- e) Für die Pixel am Bildrand kann die Konvolution nicht direkt angewendet werden, weil nicht ausreichend Bildpunkte vorhanden sind. Nennen und beschreiben Sie zwei Lösungsansätze für dieses Problem! **(1 Punkt)**

- f) Wie unterscheidet sich die Konvolution von der Korrelation (*ohne Formeln*) und wofür kann sie verwendet werden? **(1 Punkt)**

**Aufgabe 4 Fouriertransformation**

**(9 Punkte)**

Die Fouriertransformation und ihre Inverse dienen dazu, Funktionen in den Frequenzraum zu transformieren. Dies wird in der Computergrafik genutzt um Bilder zu konvertieren.

- a) Das Ergebnis einer Fouriertransformation ist eine komplexe Funktion. Um dieses Ergebnis anschaulicher zu machen wird diese in Amplitude und Phase aufgeteilt. Welche der beiden wird normalerweise bei Filtern und Kompression verändert und warum nicht beide? **(1 Punkt)**
- b) Welche algorithmische Komplexität hat die Fouriertransformation und warum? **(2 Punkte)**
- c) Nennen Sie die beiden Eigenschaften der Fouriertransformation die bei der Fast Fouriertransformation ausgenutzt werden, um die Performanz zu erhöhen. Beschreiben Sie kurz, wie dies geschieht. **(4 Punkte)**
- d) Welche Komplexität hat die Fast Fouriertransformation und warum? **(2 Punkte)**