

---

# Klausur VC (20-00-0014), WiSe 2018-19

---

07. März 2019

Name:

Vorname:

Matrikelnummer:

Fachbereich:

Bearbeitungszeit: 90 Minuten

Genehmigte Hilfsmittel: Schreib- und Zeichenwerkzeug, Wörterbuch

Aufgabe	Thema	Erreichbare Punkte	Erreichte Punkte
1	Wahrnehmung	7	
2	Objekterkennung	7	
3	Bayes Decision Theory	6	
4	Fouriertheorie	7	
5	Bilder	8	
6	Bildverarbeitung	9	
7	Graphik-Pipeline	8	
8	Transformationen	8	
9	InfoVis	9	
10	Farbe	7	
11	3D-Visualisierung	7	
12	Interaktion & UI	7	
13	Multimedia Retrieval	10	
	<b>Summe</b>	<b>100</b>	

A. Kuijper, D.W. Fellner  
T. v. Landesberger, J. Fauser

## 1 Wahrnehmung (7 Punkte)

1. Erklären Sie die Begriffe *skotopisches* und *photopisches* Sehen. Benutzen Sie dabei die Begriffe *Zapfen* und *Stäbchen*.

(2 Punkte) **Nachtsehen (skotopisch); Staebchen-Sehen, (adaptiert an Dunkelheit.)**

**Farbzapfen (photopisch): tagessehen**

2. Nennen Sie die drei Kategorien von *Depth Cues* und geben Sie für jede davon ein Beispiel.

(3 Punkte)

**Kat = 3 x 0.5 Punkte. beispiel = 3 x .5 Punkt.**

**1 binokulare / Stereoskopie: disparität, parallaxe, akkomodation, konvergenz**

**2 monokular / pictorial:**

- **Linearperspektive**
- **Verdeckung**
- **Texturgradient**
- **Fokus und Blur**
- **Atmosphärische Tiefe**
- **Vertraute Grösse**
- **Höhe im Gesichtsfeld**
- **Beleuchtung**
- **Schattenwurf**
- **Luminanzänderung**
- **Transluzenz**
- **Schattierung**

**3 dynamisch: bewegungsparallaxe / motion parallax, kinetische tiefeffect, interposition, bewegung**

3. Nennen Sie zwei verschiedene Elemente der frühen Wahrnehmung, um die Aufmerksamkeit (z.B. in einer Präsentation) visuell zu lenken.

(2 Punkte)

- **Farbe**
- **Richtung**
- **Bewegung**
- **Grösse**
- **Beleuchtung Schattierung**

## 2 Objekterkennung (7 Punkte)

1. Sie haben einen Klassifizierer zur Verfügung, der Gesichter erkennen kann. Allerdings funktioniert dieser nur für eine feste Bildgröße und gibt Ihnen als Ergebnis "Gesicht"/"Kein Gesicht" zurück (siehe Bilder). Wendet man ihn auf das rechte Bild an, werden keine Gesichter erkannt, obwohl im Bild Gesichter vorhanden sind. Welcher Algorithmus wird oft genutzt, um dieses Problem zu lösen? Erklären Sie stichpunktartig, wie er funktioniert.

(4 Punkte)

sliding window scale (image kleiner!!) und position



Klassifizierung: "Gesicht"

"Gesicht"

"Gesicht"

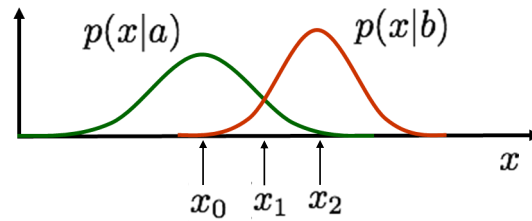
"Kein Gesicht"

"Kein Gesicht"

2. Sie implementieren eine Objekterkennung mit einem Erscheinungsmodell (appearance model). Welche 3 prinzipiellen Schritte müssen Sie durchführen, um einen solchen Detektor zu entwickeln? Nennen Sie deren wesentliche Bestandteile. (3 Punkte)
1. Repräsentation des Objektes: Merkmale wählen. (Waveletzerlegung oder Darstellung der Gesichtsmerkmale, lokale Merkmale (Kanten, z.B. Auge, Mund, Nase, ...), globale Anordnung der Merkmale)
  2. Trainingsdaten, sowohl positive Beispiele (z.B. Gesichter) als auch negative Beispiele (z.B. keine Gesichter)
  3. Klassifikator und Lernmethode wählen + implementieren (Naive Bayes, Merkmal = wavelet Koeffizient, 2 Klassenproblem)

### 3 Bayes Decision Theory (6 Punkte)

1. Es seien  $a$  und  $b$  zwei Klassen,  $x$  der Merkmalsvektor. Die Kurven der entsprechenden bedingten Wahrscheinlichkeiten  $P(x|a)$  und  $P(x|b)$  sehen wie folgt aus:



- (a) Zu welcher Klasse gehört jeweils  $x_1$ ,  $x_2$  und  $x_3$ ? Begründen Sie! (2 Punkte)

$x_1$  zu  $a$ ,  
 $x_3$  zu  $b$ , und bei  
 $x_2$  kann man an Hand dieser Graphik **keine** eindeutige Aussage machen da der Prior fehlt.

- (b) Geben Sie die Entscheidungsregel (oder äquivalent den Likelihood Ratio Test) an, um einen Merkmalsvektor bei einem Zweiklassenproblem einer Klasse zuzuordnen. (2 Punkte)

Entscheidungsregel:  
 Entscheide  $C_1$ , wenn  $P(C_1|x) > P(C_2|x)$   
 oder äquivalent  
 $P(x|C_1)P(C_1) > P(x|C_2)P(C_2)$  oder  $P(x|C_1)/P(x|C_2) > P(C_2)/P(C_1) = \lambda$ .

2. Sie haben ein Dreiklassenproblem mit drei Merkmalen. Welche Annahme wird hier häufig zur Vereinfachung des Problems getroffen, die zwar meist falsch ist, aber trotzdem oft zu guten Ergebnissen führt? (2 Punkte)

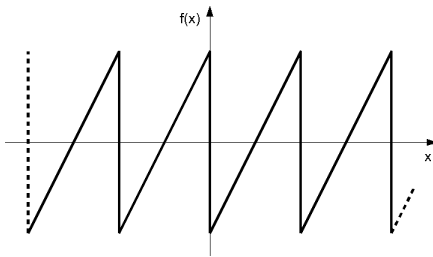
statistische Unabhängigkeit  
 oder: Naive Bayes theorem

## 4 Fourier-Theorie (7 Punkte)

1. Setzen Sie für ... jeweils das richtige Wort ein: (2 Punkte)  
 Jede Funktion, die die Dirichlet-Bedingungen erfüllt, läßt sich als Summe von ... und ... darstellen. **Kosinus- und Sinusfunktionen**

2. Setzen Sie für ... das richtige Wort ein: (1 Punkt)  
 Eine Faltung zweier Funktionen im Ortsraum entspricht einer ... der Fouriertransformierten im Frequenzraum. **Multiplikation**

3. Betrachten Sie die in der Abbildung gezeigte sogenannte Sägezahnfunktion! Welche Aussage über die zugehörige Fourier-Reihe können sie aus der Form dieser Funktion ableiten? Welche mathematische Eigenschaft der gezeigten Sägezahnfunktion bringt Sie zu dieser Aussage?  
 (2 Punkte) **Fourier-Reihe besteht nur aus Sinus-Funktionen bzw. die Fourierkoeffizienten vor den Cosinus-Anteilen sind alle Null; Grund: ungerade Funktion**



4. Ergänzen Sie: (2 Punkte)  
 Existiert für eine Funktion  $f(x)$  eine endliche Grenzfrequenz  $u_G$ , so dass das Spektrum  $F(u) = 0$  für  $|u| > u_G$ , dann ist die abgetastete Funktion  $f(x)$  aus den Abtastwerten  $f(n\Delta x)$  fehlerfrei rekonstruierbar, sofern ... **die Abtastfrequenz  $\Delta x^{-1}$  (mindestens) doppelt so hoch wie  $u_G$  ist:  $\frac{1}{\Delta x} > 2u_G$ .**  
**Entweder formel oder text, egal ob  $>$  oder  $\geq$**

## 5 Bilder (8 Punkte)

1. Nennen Sie zwei Merkmale eines Bildes, die Sie anhand des zugehörigen Histogramms erkennen können. (2 Punkte)  
**Kontrast, Helligkeit, Über- und Unterbelichtung**

2. Nennen Sie zwei Aspekte der Maske eines Hochpassfilters im **Ortsraum**! Was kann man damit berechnen? (3 Punkte)

**Koeffizienten sowohl negativ als auch positiv**  
**Koeffizienten normalisiert (Summe der Koeffizienten ergibt 0)**  
**Produzieren positive und negative Werte!**  
**Berechnet: Erste Ableitung/Differenzfilter (partielle Gradienten) oder Zweite Ableitung**

3. Die unten gezeigten Bilder sind Ergebnisse von Filterungen im Fourier Raum. Ordnen Sie "High pass", "Low pass", und "Band Pass" diesen Bildern zu! (3 Punkte)

**low, high, band oder tief, hoch, band**



## 6 Bildverarbeitung (9 Punkte)

1. Was versteht man unter Image Blurring? Nennen Sie einen Beispielfilter.

(2 Punkte)

Blurring: Weichzeichnen von Kanten und Farbübergängen in einem Bild.  
Blurringfilter: Gauss, Median, Box

2. Der Wiener-Filter (in den Vorlesungsfolien in Fourierraum als  $\frac{A^*}{|A|^2 + R^2}$  dargestellt) hat neben dem geschätzten Filterkernel  $A$  einen zusätzlichen Parameter  $R$ . Welche zwei Effekte treten auf wenn  $R$  zu klein gewählt wird? (2 Punkte)

Zu klein (aka Hochpass Filter): Entfernt grobe Struktur & Kanten; Verstärkt das Rauschen

3. Zur Bildverbesserung kann man partielle Differentialgleichungen (PDG) benutzen. Mit jedem Berechnungsschritt (d.h. Zeitschritt) wird das Bild verbessert oder vereinfacht.

- Die meisten PDG ergeben nach sehr vielen Zeitschritten ein gleichmäßig graues Bild. Beschreiben Sie, was bei den folgenden Methoden gemacht wird, damit sich nach sehr vielen Zeitschritten nicht dieses gleichmäßige graue Bild ergibt.

- (a) Perona Malik

(2 Punkte)

stopp Zeit muss definiert werden (slide 47)

- (b) Total Variation

(2 Punkte)

noise constraint oder: distance penalty (slide 52) damit automatisch die PDG konvergiert.

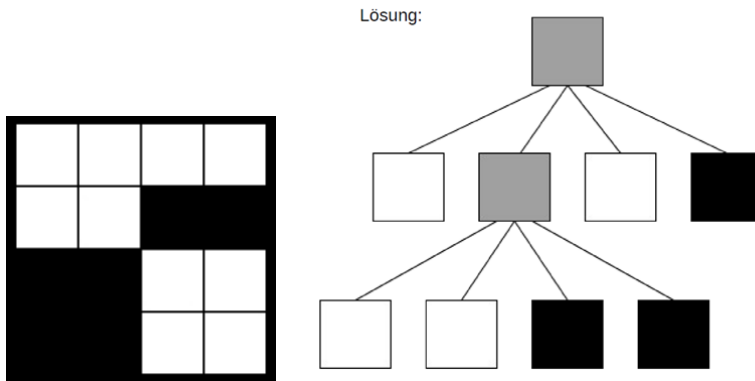
- Laut Hadamard ist das Problem "Image Deblurring" nicht korrekt gestellt. Was wird (z.B. im Falle des Wiener Filters) getan, um dem entgegenzuwirken? (1 Punkt)

Regularisierung zB Wiener filter extra parameter  $R$

## 7 Graphik-Pipeline (8 Punkte)

1. Erstellen Sie einen Quadtree für die gegebene 4x4 Matrix!

(2 Punkte)



2. Was ist die *maximale* Anzahl Knoten (inklusive Blätter), die ein Quadtree haben kann, um ein  $8 \times 8$  Raster darzustellen?

(1 Punkt)

$$1 + 4 + 16 + 64 = 85$$

3. Was ist die *minimale* Anzahl Knoten, die ein *Octree* haben kann, um ein  $4 \times 4 \times 4$  Raster darzustellen?

(1 Punkt)

ja gut äh: 1

4. Was ist Rasterisierung?

(1 Punkt)

Aufteilung des Models in festgelegten Abständen: "Primitive (Linien, Polygone) werden in Pixel zerlegt"

5. Wie viele Pixel (inklusive Start- und Endpunkt) werden beim Algorithmus von Bresenham als Linienpunkt bezeichnet, wenn Startpunkt = (2,4) und Endpunkt = (6,8) gegeben sind?

(1 Punkt)

$$= \max((6,8) - (2,4)) + 1 = 5$$

6. Aus welchen drei Komponenten setzt sich die Leuchtdichte  $I_{\text{total}}$  beim Phong-Shading zusammen? Achten Sie auf korrekte Schreibweise!

(1 Punkt)

Ambient, Diffus, Specular

7. Nennen Sie ein Schattierungsverfahren (außer Phong-Shading)!

(1 Punkt)

Constant, Flat, Gouraud



## 8 Transformationen (8 Punkte)

1. Entscheiden Sie, ob die Lücke (...) leer bleiben muss. Wenn ja, kennzeichnen Sie dies durch ein x. Wenn nicht, setzen Sie das fehlende Wort ein:

(a) Die Verkettung beliebiger affiner Abbildungen ist ... kommutativ. (1 Punkt)  
nicht

(b) Perspektivische Abbildungen sind ... affine Abbildungen. (1 Punkt)  
nicht-, keine

(c) Bei einer Skalierung sind die Werte in der Transformationsmatrix außerhalb der Diagonale alle ... Null. (1 Punkt)  
empty, nichts, satz stimmt

2. Geben Sie die 3 Schritte an, die man bei einer Rotation eines beliebigen Objekts im Raum um eine beliebige Raumachse durchführen muss. (2 Punkte)

1. Verschiebung des Rotationszentrums in den Ursprung  
2. anschließende Rotation  
3. Zurückverschiebung in das Rotationszentrum

3. Zur Erinnerung: Eine Rotation  $R$  um den Winkel  $\alpha$  um die  $z$ -Achse in mathematisch positiver Richtung ergibt für die Basisvektoren folgende Beziehung:

$$R((0, 1, 0)^t) = (-\sin \alpha, \cos \alpha, 0)^t$$

$$R((1, 0, 0)^t) = (\cos \alpha, \sin \alpha, 0)^t$$

$$R((0, 0, 1)^t) = (0, 0, 1)^t.$$

Gegeben sei nun der Vektor  $v = (1, 5, 4)^t$ . Rotieren Sie diesen in mathematisch positiver Richtung um die  $z$ -Achse um 90 Grad.

Verschieben Sie den resultierenden Vektor  $v'$  anschließend um 5 in  $x$ -Richtung. Geben Sie den Rechenweg an und verwenden Sie homogene Koordinaten!

(3 Punkte)

$$\sin(90) = 1 \quad (1)$$

$$\cos(90) = 0 \quad (2)$$

$$R = \begin{pmatrix} \cos(\alpha) & -\sin(\alpha) & 0 & 5 \\ \sin(\alpha) & \cos(\alpha) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 & 5 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 1 \\ 5 \\ 4 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 4 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (3)$$

häufige Fehler: auf Vektoren nicht geachtet und damit erste beide Spalten falsch. Oder mathematisch negativ gedreht, das liefert:

$$\begin{pmatrix} \cos(\alpha) & \sin(\alpha) & 0 & 5 \\ -\sin(\alpha) & \cos(\alpha) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 5 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 1 \\ 5 \\ 4 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 10 \\ -1 \\ 4 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (4)$$

## 9 Informationsvisualisierung und Visual Analytics (9 Punkte)

1. Korrigieren Sie die Card Pipeline aus Abbildung 1, indem Sie die Bezeichnungen aus Abbildung 1 an die richtige Stellen in Abbildung 2 eintragen!

(3,5 Punkte)

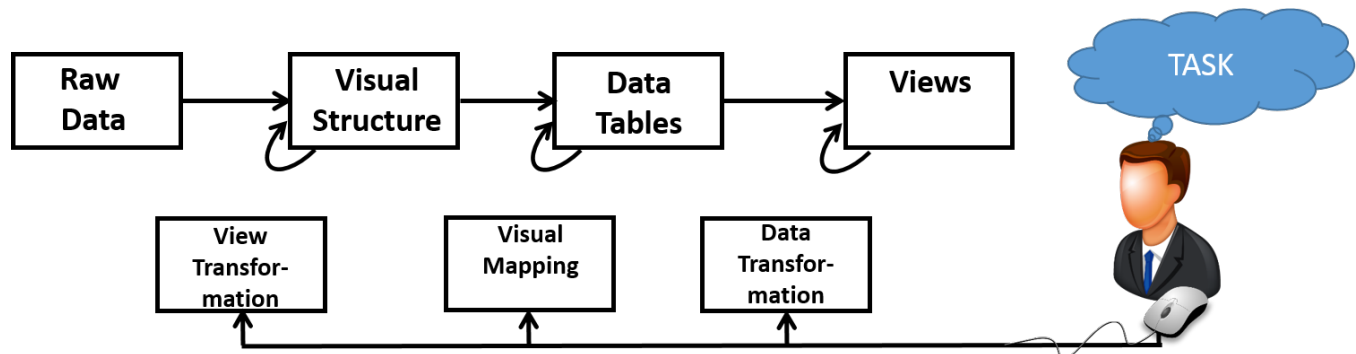


Abbildung 1: Inkorrekte Informationsvisualisierungspipeline von Card et. al.

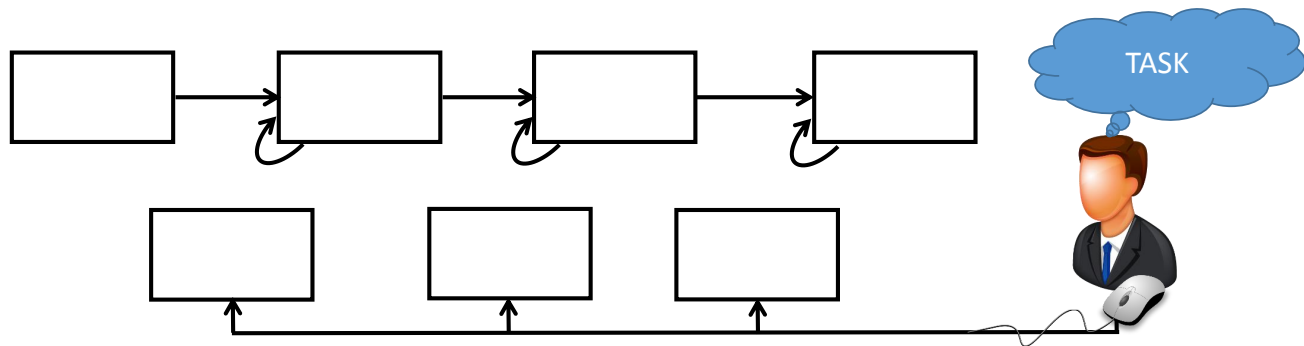


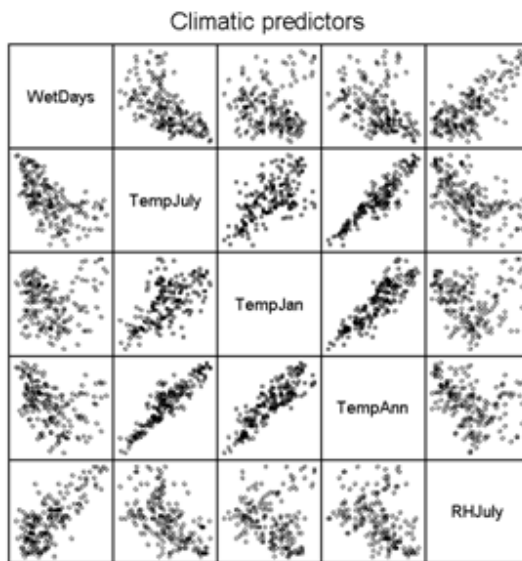
Abbildung 2: Informationsvisualisierungspipeline von Card et. al.

Abbildung 2 wie Abbildung 1 auszufüllen, außer: “Visual Structures” und “Data Tables” vertauschen; “Data Transformation” und “View Transformation” vertauschen (+0,5P pro richtig ausgefülltem Kästchen)

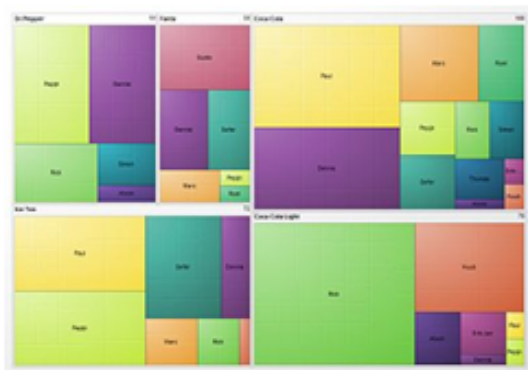
2. Benennen Sie die folgenden 2 Visualisierungstechniken:

(2 Punkte)

[A]



[B]



A: Scatterplot matrix

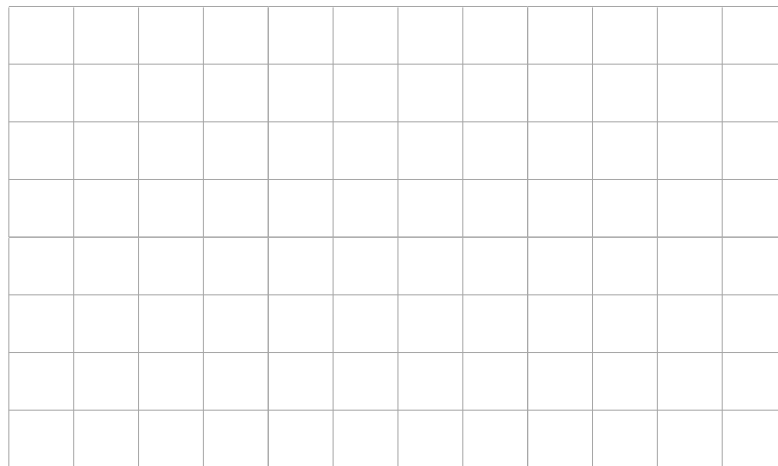
B: Treemap

3. Visualisieren Sie folgende Daten über Personenmerkmale als ein Parallel Coordinates Plot. Die Spalte PersonID dient nur der Personenunterscheidung, und muss nicht in der Graphik enthalten sein. Der Grid sollte Ihnen Hilfestellung bei der Abstandsmessung und beim Zeichnen bieten.

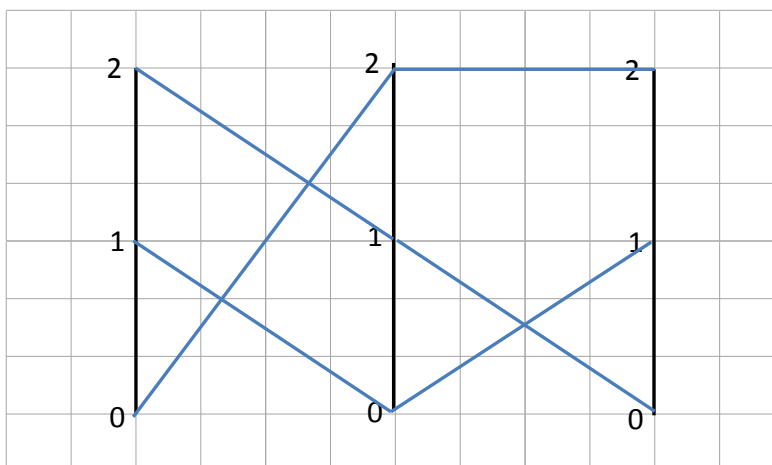
(2 Punkte)

PersonID	Anzahl Kinder	Anzahl Autos	Anzahl Nachbarn
1	0	2	2
2	1	0	1
3	2	1	0

Tabelle 1: Daten



Bewertung: Plot 1P. Korrektheit: 1P



4. Nennen Sie zwei Visualisierungstechniken die sich zur Darstellung von 1D Daten ohne Zeit eignen:

(1 Punkt)

Kuchendiagramm, Balkendiagramm

5. Welche der zwei Visualisierungstechniken eignet sich besser um 1D Daten ohne Zeit darzustellen?

(0,5 Punkt) Balkendiagramm

## 10 Farbe (7 Punkte)

1. Nennen Sie drei verschiedene Attribute der Farbwahrnehmung!

(3 Punkte)

1 Helligkeit(Brightness): nachdem eine Fläche mehr oder weniger Licht abstrahlen scheint.

2 Relative Helligkeit(Lightness):Die Helligkeit einer Fläche relativ zur Helligkeit einer gleichbeleuchteten Fläche, die weißer scheint (Gilt nur für bezogene Farben).

3 Farbton (Hue): nachdem eine Fläche gleich den folgenden Farben erscheint: Rot, Gelb Grün und Blau oder einer Kombination von zwei von ihnen.

4 Farbigkeit(Colorfulness): nachdem eine Fläche als mehr oder weniger farbig empfunden wird.

5 Buntheit(Chroma): Farbigkeit einer Fläche relativ zur Helligkeit einer gleichbeleuchteten Fläche, die weiß erscheint.(Gilt nur für bezogene Farben)

Slide 9-11.

2. Welcher Begriff wird durch folgende Aussage beschrieben?

(2 Punkte)

Ob zwei Farbreize  $f, g (f \neq g)$  bei gleichen Betrachtungsbedingungen für zwei verschiedene Personen unterschiedliche Farbvalenzen erzeugen, hängt von den Spektralwertmatrizen der Personen ab.

Beobachtermetamerie

3. Welcher Begriff wird durch folgende Aussage beschrieben?

(2 Punkte)

Dieser Gegenfarbenraum modelliert Nichtlinearitäten des visuellen Systems und ist nahezu wahrnehmungsgleichabständig.

CIELAB Farbraum (Folie 39)

## 11 3D-Visualisierung (7 Punkte)

1. Erklären Sie, wie man von einer Delaunay-Triangulierung zum Voronoi-Diagramm gelangt!

(2 Punkte)

Voronoi zu Delaunay: Verbindung der Mittelpunkte benachbarter Voronoi-Zellen mittels Linien, ältere Mittelpunkte bilden Eckpunkte der Dreiecke (Folie: Die Zentren von benachbarten Polygonen werden mit Linien verbunden, die zur jeweils gemeinsamen Kante orthogonal sind). Eventuell Edgeflipping durchführen wenn Umkreise von Dreiecken im Netz nicht leer sind.  
Delaunay zu Voronoi: Die Eckpunkte der Dreiecke bilden die Voronoi-Punkte. Die drei Mittelsenkrechten eines Dreiecks bilden die Grenzen der Voronoi-Zellen.

2. Nennen Sie die drei Basisoperationen der Volumen-Rendering-Pipeline!

(2 Punkte)

1. Abtastung (Sampling)
2. Klassifizierung und Beleuchtung
3. Komposition

3. Setzen Sie für ... jeweils das richtige Wort ein:

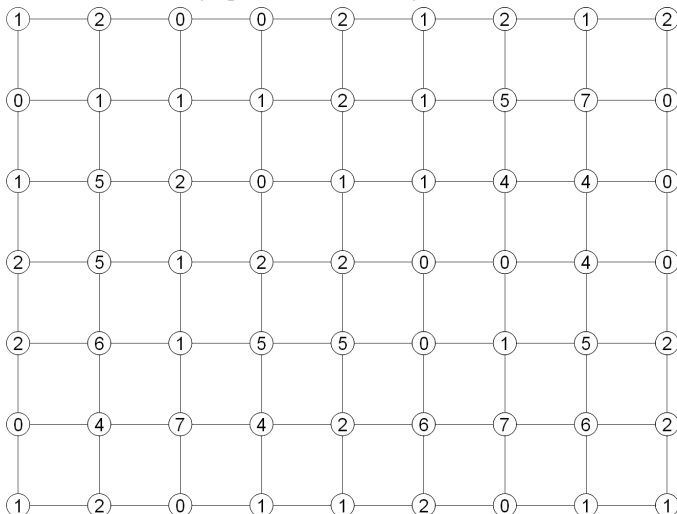
(1 Punkt)

Transfer-Funktionen werden verwendet, um skalaren Werten in Volumendaten optische Eigenschaften wie ... oder ... zuzuordnen.

1. Transparenz
2. Farbe

4. Zeichnen Sie in der folgenden Abbildung die Kontur für den Isowert 3. Welches mögliche Problem fällt Ihnen dabei auf? Erläutern Sie es anhand einer graphischen Abbildung.

(2 Punkte)





2 mögliche Antworten, mit entweder 1 Objekt oder 2. intrinsisches Problem von marching squares. Siehe extrablatt :)

## 12 Interaction & User Interface (7 Punkte)

1. Erläutern sie den Unterschied zwischen Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) indem Sie in der folgenden Tabelle angeben, ob die Aussage auf VR, AR oder auf beide (B) zutrifft!

(3 Punkte)

Aussage	VR/AR/B
... ist ein detaillierter und physikalisch korrekter Nachbau der realen Welt.	
... ermöglicht beim Betrachten über einen Monitor eine Veränderung der Farben eines realen Gemäldes.	
... verwendet Methoden des <i>Visual Computing</i> .	

VR, AR, B

2. Nennen Sie neben der Kommandozeile noch 4 weitere Interaktionsmöglichkeiten. (**Nicht** gemeint sind hierbei die im Rahmen der Informations-Visualisierungs Vorlesung genannten visuellen Interaktionsmöglichkeiten wie z.B. Zooming oder Panning!)

(2 Punkte)

Menüs Menu-Based Interface  
 Formulare - Form Fill-In  
 Fragen und Antworten - Question and Answer  
 Direkte Manipulation - Direct Manipulation  
 Metaphern - Metaphors  
 3D-Umgebungen - 3D Environments  
 Natürliche Sprache - Natural Language  
 Gesten (Slide 17-26)

3. Nennen und erläutern Sie das Problem bei 3D Interaktion (beispielsweise beim Modellieren eines 3D Objekts) mit 2D Eingabegeräten!

(2 Punkte)

ambiguity, Mehrdeutigkeiten: Unendlich viele Möglichkeiten, die Cursorposition auf eine gerade Linie im 3D-Raum abzubilden

### 13 Multimedia Information Retrieval (10 Punkte)

1. Neben der textuellen Suche wie bspw. bei Google gibt es weitere Möglichkeiten, wie ein Nutzer eine Suchanfrage (Query) spezifizieren kann. Nennen Sie drei weitere solche Möglichkeiten (außer Text!).

(3 Punkte)

sketch,sing/hum/speech,example,image,math

2. Nennen Sie eine Möglichkeit, den Inhalt eines Multimediaobjekts zu beschreiben.

(1 Punkt)

feature vector / descriptor / annotationen / tags / metadaten

3. Gegeben sei eine Menge  $S$  von Features (Muster) eines Bildes. Zählen sie die vier Bedingungen auf, die eine Metrik  $d : S \times S \rightarrow \mathbb{R}$  erfüllt (Entweder Namen oder Formeln der Bedingungen angeben!)

(4 Punkte)

(a)  $d(x,y) \geq 0$  (Nicht-Negativität)

(b)  $d(x,y) = 0 \Leftrightarrow x = y$  (Definitheit)

(c)  $d(x,y) = d(y,x)$  (Symmetrie)

(d)  $d(x,y) \leq d(x,z) + d(z,y)$  (Dreiecksungleichung)

4. Zu zwei dieser Bedingungen können Beispiele gefunden werden, für die die menschliche Wahrnehmung von Unterschieden oder Distanzen nicht einer Metrik entspricht. Nennen sie genau diese beiden Bedingungen.

(2 Punkte)

dreiecksungleichung, symmetrie