

## Fragenkatalog zur Vorlesung "Visualisierung" (Sommersem. 2007)

- komplett -

1. Das Hauptziel der Visualisierung ist nach Senay & Ignatius (1994):  
"to gain insight into an information space by mapping data onto graphical primitives".  
Erläutern Sie diese Aussage, indem Sie an einem Beispiel die zentralen, vorkommenden Begriffe erklären:
  - "data"
  - "graphical primitive"
  - "mapping"
  - "to gain insight".
2. Wie lässt sich die wissenschaftliche Visualisierung abgrenzen gegenüber
  - (a) Bildanalyse und Bildverstehen,
  - (b) fotorealistische Computergrafik,
  - (c) Präsentationsgrafik ?
3. Welche Arten von Daten wurden in der Karte von Napoleons Russlandfeldzug nach Minard (1861) gemeinsam in einem Bild visualisiert?
4. Auf welche drei prinzipiell unterschiedlichen Typen von Datenquellen kann Visualisierung zurückgreifen?
5. Wie lassen sich Rohdaten (für die wissenschaftliche Visualisierung) kategorisieren?
6. Nennen Sie drei Eigenschaften des *Beobachtungsraumes* für einen zu visualisierenden Datensatz.
7. Bei den *Wirkungsbereichen* in Datensätzen für die Visualisierung gibt es u.a. die Varianten *Punktbezug* und *lokaler Bezug*. Wie unterscheiden sich diese?
8. Was versteht man unter der *Expressivität* einer Visualisierung?
9. Was versteht man unter der *Effektivität* einer Visualisierung?
10. Wie unterscheiden sich Bewegungs- und Verfolgungsmodus bei der animationsbasierten Visualisierung?
11. Welche beiden Klassen von Phänomenen werden in der *Psychophysik* untereinander in Beziehung gesetzt?
12. Was sind die Ziele (a) der dimensionalen, (b) der strukturellen Psychophysik?
13. Erläutern Sie die Begriffe "Reizschwelle" und "Unterscheidungsschwelle".
14. Welche Relation gilt nach dem Fechner'schen Gesetz zwischen Intensität  $S$  eines Reizes und der entsprechenden Empfindungsstärke  $\Psi(S)$  ?
15. Was ist der Unterschied zwischen *Gesichtsfeld* und *Blickfeld* ?
16. Wie hängen Wellenlänge und Frequenz bei elektromagnetischer Strahlung im Vakuum zusammen?
17. Wie lässt sich ein bestimmtes Licht physikalisch exakt beschreiben?

18. Nennen Sie vier physikalisch verschiedene Entstehungsarten von Licht.
19. Was versteht man unter "Radiometrie", was unter "Photometrie"?
20. Wo findet im menschlichen visuellen System die Umwandlung von Lichtinformation in elektrochemische (neuronale) Information statt? Beantworten Sie diese Frage auf der makroskopischen und auf der mikroskopischen (d.h. Zell-) Ebene.
21. Wo enthält das menschliche Auge die meisten farbsehfähigen Zellen?
22. Beschreiben Sie (qualitativ) die Unterschiede in der Empfindlichkeit und neuronalen Verschaltung zwischen Stäbchen- und Zäpfchenzellen im Auge.
23. In welchem Alter erreicht die dynamische Sehschärfe beim Menschen ihre maximale Ausbildung?
24. Beschreiben Sie zwei Beispiele für Sinnestäuschungen, bei denen die *Helligkeitswahrnehmung* gegenüber der Realität verfälscht wird.
25. Skizzieren Sie eine Konfiguration von Linien, bei der die *Längenwahrnehmung* gegenüber der Realität verfälscht wird.
26. Nennen Sie vier Gestaltprinzipien der visuellen Wahrnehmung und skizzieren Sie Beispielmuster, wo diese wirksam werden.
27. Illustrieren Sie in einer Skizze das Gestaltprinzip der "stetigen Fortsetzung".
28. (a) Bei welcher Bildwiederholffrequenz (ungefähr) verschwindet das Flimmern, und es entsteht der Eindruck eines stehenden Bildes?  
(b) Nennen Sie drei Einflussfaktoren, die diese "critical flicker frequency" verändern.
29. Erläutern Sie die Dreikomponenten-Theorie des Farbsehens.
30. Was enthält mehr Information über ein farbiges Licht:
  - die spektrale Leistungsverteilung,
  - die vektorielle Darstellung im RGB-Farbsystem?(mit Begründung.)
31. Wieviele verschiedene Farbtöne (hues) kann der Mensch (ungefähr) unterscheiden?
32. Skizzieren Sie die CIE-Normfarbtafel. Wo liegen darin die Farben (a) Blau, (b) Rot, (c) Magenta, (d) Weiß, (e) Hellrosa ?
33. Welche beiden Farbsysteme kommen in Frage, wenn es darum geht, *Farbabstände* möglichst naturgetreu auszurechnen?
34. Erläutern Sie das CMY-Farbmodell.
35. Skizzieren Sie den Farbgrundkörper des HSV-Modells. Wo liegen darin die Farben Rot, Grün, Blau, Weiß, Schwarz?

36. Welches ist die häufigste Art der Farb-Fehlsichtigkeit?
37. Wo liegen in der CIE-Normfarbtafel diejenigen Farben, die bei partieller Farbenblindheit nicht unterschieden werden können?
38. Was versteht man in der Psychophysik unter "Farbkonstanz"?
39. Welche Farben werden am schnellsten vom Menschen erkannt?
40. Was versteht man unter dem "Dispersionseffekt" bei der Farbdarstellung?
41. Nennen Sie 4 gebräuchliche (eindimensionale) Farbskalen für die Visualisierung.
42. Was versteht man unter präattentiver und unter attentiver Wahrnehmung (z.B. bei Texturen)?
43. Nennen Sie 4 verschiedene monokulare Faktoren, die beim Menschen zur Tiefenwahrnehmung beitragen.
44. Was versteht man unter skalaren, vektoriellen und tensoriellen Daten?
45. Wie ist ein "Fiber bundle" nach Butler (1989) definiert?
46. Welche Winkel werden bei der optischen Wahrnehmung überschätzt?
47. Was versteht man unter "visueller Korrelationsanalyse"?
48. Wieviele 2D-Scatterplots mit unterschiedlichem Informationsgehalt lassen sich bei einem Datensatz mit  $N$  Merkmalen erstellen?
49. Welche Probleme sind typisch bei der Visualisierung von Daten mit 3D-Balkendiagrammen? Was wäre eine alternative Darstellungsform?
50. Was versteht man unter "Kreissignaturen" in einer Karte, und was ist bei der Festlegung der Radien der Kreise zu beachten?
51. Gegeben sei ein Skalarfeld  $f: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$ . Wie sind Isolinien und Isostreifen von  $f$  definiert?
52. Erläutern Sie den Algorithmus "Pixel by pixel contouring" für die Darstellung von Isolinien.
53. Erläutern Sie (in groben Schritten) den Algorithmus "Marching Squares" für die Darstellung von Isolinien bei einem Skalarfeld, das auf einem kartesischen Gitter gegeben ist.
54. Nennen Sie drei grundlegende Kriterien für eine zweckmäßige Auswahl von Farben bei der Visualisierung, wenn endlich viele Farben gebraucht werden, die gut unterscheidbar sein sollen.
55. Diskutieren Sie Vor- und Nachteile der folgenden 1-dimensionalen Farbskalen bei der Codierung quantitativer Merkmale: (a) Regenbogenskala, (b) Temperaturskala, (c) Magentaskala.

56. Welche drei Textureigenschaften sollten bei der Merkmalscodierung mit Texturen möglichst (nur) verwendet werden?
57. Nennen Sie drei generelle Regeln für die Erzeugung von Glyphen (Piktogrammen) bei der Visualisierung mehrerer Merkmale.
58. Was sind die charakteristischen Eigenschaften der folgenden Gittertypen hinsichtlich ihrer Zellen und deren Anordnung:
- uniform-rectilineares Gitter,
  - curvilineares Gitter,
  - unstrukturiertes Gitter?
59. Wie ist ein Simplex im  $n$ -dimensionalen Raum definiert?
60. Was sind die Vor- und Nachteile der kantenbasierten winged-edge-Datenstruktur gegenüber der flächenbasierten shared-vertex-Datenstruktur für Dreiecksgitter?
61. Wie kann man rechnerisch die Richtungsableitung eines zweidimensionalen, differenzierbaren Skalarfeldes in eine beliebige Richtung  $(w_x, w_y)$  bestimmen?
62. Die Werte der reellwertigen Funktion  $f$  seien nur an den Stellen  $x_1, x_2, x_3, \dots$  bekannt. Geben Sie die Approximation für die Ableitung  $f'(x_i)$  an mit Hilfe einer
- (a) Vorwärtsdifferenz,
  - (b) Rückwärtsdifferenz,
  - (c) zentralen Differenz.
63. Die Funktion  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  sei an den Stellen  $x_i$  und  $x_{i+1}$  bekannt. Geben Sie die Formel für die lineare Interpolation von  $f$  an einer Stelle  $x$  zwischen  $x_i$  und  $x_{i+1}$  an.
64. Skizzieren Sie die Vorgehensweise bei einer bilinearen Interpolation einer Funktion  $f: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$ , die an den vier Stellen  $(x_{ij}, y_{ij})$  ( $i, j \in \{0, 1\}$ ) bekannt sei und an einer Stelle  $(x, y)$  im Inneren dieses Rechtecks interpoliert werden soll.
65. Wie interpoliert man eine Funktion  $f: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$ , die an den Eckpunkten eines Dreiecks bekannt ist, mit Hilfe baryzentrischer Koordinaten zur Bestimmung des Wertes von  $f$  an einem Punkt  $P$  im Inneren des Dreiecks?
66. Welche geometrische Bedeutung haben die baryzentrischen Koordinaten eines Punktes  $P$  in Bezug auf ein Dreieck mit den Ecken  $P_1, P_2, P_3$  ( $P$  liege im Inneren des Dreiecks)?
67. Beschreiben Sie die Vorgehensweise bei der glatten Interpolation nach dem Catmull-Rom-Verfahren.
68. Welche drei prinzipiell verschiedenen Ansätze werden bei der Interpolation von "scattered data" verwendet?
69. Wie ist das Voronoi-Diagramm einer endlichen Punktmenge in der Ebene definiert?
70. Was versteht man unter den *natürlichen Nachbarn* eines Punktes  $p$  in einer endlichen Punktmenge  $Q$  in der Ebene?

71. Beschreiben Sie einen Algorithmus, der eine beliebige Triangulierung einer endlichen Punktmenge  $Q$  in der Ebene in die Delaunay-Triangulierung von  $Q$  überführt.
72. Eine endliche Menge  $Q$  von Messpunkten für ein Skalarfeld  $f$  und ein neuer Punkt  $q$ , für den  $f$  interpoliert werden soll, seien in der Ebene gegeben. (a) Welche Punkte aus  $Q$  werden bei der "Natürlichen-Nachbar-Interpolation" zur Berechnung von  $f(q)$  herangezogen; (b) mit welchem Gewicht geht jeder dieser Punkte in die Berechnung ein?
73. Was versteht man unter der Anwendung (a) einer Projektion, (b) einer Selektion auf einen Datensatz?
74. Auf Grundlage welches präzisen Kriteriums lässt sich eine Selektion bestimmter Merkmale aus einem Datensatz rechtfertigen?
75. Für welche Zwecke werden auf einen Datensatz lineare Filter angewandt?
76. Entlang eines Transekts durch ein Grauwertbild (Skalarfeld) sollen Kanten (die für Materialinterfaces stehen können) detektiert werden. Wie äußert sich eine Kante (a) anhand der 1. Richtungsableitung entlang des Transekts, (b) anhand der 2. Richtungsableitung?
77. (a) Was versteht man unter der *Fensterung* eines 12 bit/Pixel - Datensatzes bei einer Visualisierung mit 8 bit - Grauwertbereich? (b) Wodurch wird dabei der Kontrast festgelegt?
78. Was ist die Motivation für die Durchführung einer Histogrammäqualisierung?
79. Was versteht man (im Zusammenhang mit Datenvisualisierung) unter *Segmentierung*?
80. Bei der regionenbasierten Segmentierung werden "ähnliche" Regionen miteinander verschmolzen. Was versteht man unter dem "single-linkage-Kriterium" für die Verschmelzung zweier Nachbarregionen  $A, B$  ?
81. Nennen Sie ein kantenbasiertes Segmentierungsverfahren und dessen Grundidee.
82. Welche 3 kantenbezogenen Parameter gehen in die Kostenfunktion beim "Life-Wire"-Verfahren ein?
83. Beschreiben Sie die Vorgehensweise bei der Färbung einer dreieckigen Zelle aus einem Verbund von Beobachtungspunkten, wobei für den Colorplot des Skalarfeldes mehrere Pixel im Inneren des Dreiecks liegen und auf Grundlage einer 1-dimensionalen Farbskala gefärbt werden sollen. Bekannt sind die Skalarwerte des Feldes nur für die Beobachtungspunkte.
84. Welche drei prinzipiell verschiedenen Arten der Visualisierung von Skalarfeldern sind gebräuchlich?
85. Die Isolinie  $f(x, y) = 0$  soll in einem Dreiecksgitter bestimmt werden.  $f$  ist in den Gitterknoten gegeben. Welche verschiedenen Fälle (bis auf Symmetrie) gibt es für die Vorzeichenverteilung von  $f$  an den Eckpunkten eines Dreiecks?
86. Die Isolinie  $f(x, y) = 0$  soll in einem Rechteckgitter bestimmt werden.  $f$  ist in den Gitterknoten gegeben. Welche verschiedenen Fälle (bis auf Symmetrie) gibt es für die Vorzeichenverteilung von  $f$  an den Eckpunkten eines Rechtecks?

87. Bei der Berechnung einer Isolinie  $f(x, y) = 0$  in einem Rechteckgitter werden für eine einzelne Zelle 4 Nulldurchgänge auf den Kanten entdeckt. Wie wird die Entscheidung getroffen, welche dieser Nulldurchgänge paarweise verbunden werden, mit dem  
 (a) Midpoint decider,  
 (b) asymptotic decider?
88. Wie kann man nach Durchführung des "Marching Squares"-Algorithmus die gewonnenen Isolinien (sinnvoll) glätten?
89. (a) Wie ist die Jacobi-Matrix eines 2-dimensionalen Vektorfeldes definiert?  
 (b) Wie kann man mit ihr den Richtungsableitungsvektor (Änderung des Vektorfeldes in einer gegebenen Richtung  $h$ ) berechnen?
90. (a) Wie ist die *Divergenz* eines Vektorfeldes rechnerisch definiert?  
 (b) Wie kann man den Wert der Divergenz in einem Punkt  $x_0$  in Bezug auf das Strömungsverhalten interpretieren?
91. (a) Wie ist die *Rotation* eines 2D-Vektorfeldes rechnerisch definiert?  
 (b) Wie kann man den Wert der Rotation in einem Punkt  $x_0$  in Bezug auf das Strömungsverhalten interpretieren?
92. Geben Sie für eine zirkulare Strömung, die den Koordinatenursprung im Uhrzeigersinn umfließt, folgende Größen an:  
 (a) die rechnerische Formel für das entsprechende Vektorfeld,  
 (b) dessen Jacobimatrix,  
 (c) dessen Divergenz,  
 (d) dessen Rotation.
93. Was versteht man unter einem *kritischen Punkt* eines Vektorfeldes, und mittels welcher Parameter werden kritische Punkte klassifiziert?
94. Welche Nachteile hat das explizite Euler-Verfahren zur Bestimmung einer Strömungslinie?
95. Welches ist der Vorteil des Runge-Kutta-Verfahrens 4. Ordnung gegenüber dem expliziten und dem impliziten Euler-Verfahren bei der Berechnung von Strömungslinien?
96. Nennen Sie je 2 Vor- und Nachteile der Verwendung von Glyphen (einschließlich Vektorpfeilen) bei der Strömungsvisualisierung.
97. Ein 2D-Strömungsfeld soll durch Partikelbahnen visualisiert werden, die die Ebene möglichst gleichmäßig ausfüllen. Beschreiben Sie ein Verfahren zur günstigen Wahl der Startpunkte für die Partikelverfolgung.
98. Bei der Partikelverfolgung in einem unregelmäßigen Dreiecksgitter entsteht das Problem, zu einer neu berechneten Partikelposition die Gitterzelle zu finden, in der diese Position liegt. Beschreiben Sie ein Verfahren zur Lösung dieses Problems, wenn die Partikelposition aus dem vorherigen Zeitschritt und deren Gitterzelle bekannt sind.

99. Erläutern Sie in Worten (nicht mit Formeln) die Verfahren zur Partikelverfolgung in curvilinearen Gittern  
(a) im P-space,  
(b) im C-space.  
(c) Nennen Sie einen Vorteil und einen Nachteil des C-space-Verfahrens gegenüber dem P-space-Verfahren.

100. Erklären Sie die Definition bzw. das Zustandekommen von  
(a) Stromlinien (streamlines),  
(b) Bahnlinien (pathlines),  
(c) Streichlinien (streaklines),  
(d) Zeitlinien (timelines)  
bei einem zeitlich veränderlichen Strömungsfeld.

101. Erläutern Sie die Methode der "Line Integral Convolution" (LIC) zur visuellen Darstellung eines 2D-Vektorfeldes.

102. Wie lassen sich Divergenz, Rotation und totales Differential (Jacobi-Matrix) eines 3D-Vektorfeldes formal mit Hilfe des Nabla-Operators ausdrücken?

103. Eine 3D-Strömungslinie soll zwecks besseren Tiefeneindrucks beleuchtet dargestellt werden. Welchen Reflexionsvektor nimmt man an, wenn Lichteinfall aus einer bestimmten Richtung  $L$  vorausgesetzt wird? (Formel nicht erforderlich, aber Skizze!)

104. (a) Erläutern Sie 3 Verfahren zur (evtl. näherungsweisen) Konstruktion von Strömungsbändern für ein 3D-Strömungsfeld.  
(b) Was sind jeweils die Vor- und Nachteile dieser Verfahren?

105. Was versteht man unter einer *Strömungsfläche* in einem 3D-Strömungsfeld, und wie kann man sie als parametrische Fläche darstellen?

106. Das Verfahren der "regelmäßigen Triangulierung" zur Bestimmung einer Strömungsfläche für eine 3D-Strömung verwendet benachbarte Partikelbahnen, für die jeweils korrespondierende Punkte miteinander verbunden werden; die entstehenden Vierecke werden dann in je 2 Dreiecke geteilt. Welche Probleme können bei diesem Verfahren auftreten, und wie ist Abhilfe möglich?

107. Wie findet man zu einer 3D-Strömung eine Startkurve für eine gut visualisierbare Strömungsfläche?

108. Was versteht man unter "indirekter", was unter "direkter" Volumenvisualisierung?

109. Ein dreidimensionales Skalarfeld  $g$  sei als Funktion von  $x, y, z$  gegeben. Wie lässt sich der Normalenvektor der Isofläche von  $g$  in einem gegebenen Punkt  $p$  formelmäßig bestimmen?

110. Nennen Sie zwei unterschiedliche Ansätze zur Isoflächenbestimmung für ein 3D-Skalarfeld, das auf einem kartesischen Gitter gegeben ist.

111. Beim "Marching Cubes"-Algorithmus werden den würfelförmigen Gitterzellen Bytes zugeordnet. Was ist in diesen Bytes codiert?

112. Welche Symmetrien können bei der Klassifikation der kubischen Zellen beim "Marching Cubes"-Algorithmus ausgenutzt werden, um die Anzahl der Fälle zu reduzieren?
113. Skizzieren Sie eine Gitterzelle mit einer Vorzeichenverteilung an den Ecken, die beim "Marching Cubes"-Algorithmus eine Mehrdeutigkeit verursacht. Skizzieren Sie für diesen Fall zwei mögliche, unterschiedliche Verläufe der Isofläche innerhalb der Zelle.
114. Wie kann der "Marching Cubes"-Algorithmus beschleunigt werden, wenn die Isofläche nur einen kleinen Anteil des darzustellenden Volumens durchläuft?
115. Welche 3 Probleme sind zu lösen, wenn aus Schichtbildern mit Konturlinien die Oberfläche des geschnittenen Objekts rekonstruiert werden soll? (Voraussetzung: Die Konturlinien in den Schichtbildern sind bereits identifiziert.)
116. Welche physikalischen Annahmen über die Lichtausbreitung in einem Volumen werden bei der direkten Volumenvisualisierung durch Raycasting gemacht?
117. Erläutern Sie die prinzipielle Vorgehensweise beim direkten Volumenrendering durch Raycasting. Berücksichtigen Sie dabei die Begriffe "Transferfunktion", "optische Tiefe" und "Compositing-Verfahren".
118. Welche Vor- und Nachteile bietet das Mittelwert-Compositing gegenüber dem Compositing durch Integration von Emission und Absorption, die durch Transferfunktionen gegeben sind, beim Volumenrendering durch Raycasting?
119. Was versteht man unter dem "footprint" beim Splatting-Verfahren?
120. Erläutern Sie den prinzipiellen Ablauf des Shear-Warp-Verfahrens im Falle der Parallelprojektion.
121. Warum ist das Shear-Warp-Verfahren so schnell?
122. Skizzieren Sie zwei verschiedene Ansätze zur Visualisierung von dreidimensionalen Feldern symmetrischer Tensoren 2. Ordnung (d.h. symmetrischer Matrizen).
123. (a) Nennen Sie drei verschiedene Anwendungsfelder, wo hochdimensionale Daten auftreten.  
(b) Welche Ziele verfolgt man mit der Visualisierung solcher Daten?
124. (a) Erläutern Sie die Methode der Visualisierung höherdimensionaler Daten mittels "paralleler Koordinaten" (einschließlich einer Skizze eines Beispiels).  
(b) Was sind die Vor- und Nachteile?
125. Was versteht man unter "Dimensional Stacking"?
126. Nennen und skizzieren Sie zwei typische Interaktionstechniken in der Informationsvisualisierung.
127. Nennen Sie drei Grundtypen von Layout-Algorithmen für die Graphen-Visualisierung.
128. Auf welchen "physikalischen" Annahmen beruht das "Spring embedder"-Graphenlayout?