


Einführung in die Visualisierung

Stefan Bruckner

Institut für Computergraphik und Algorithmen
Technische Universität Wien

Übersicht


- Definition und Hintergrund
- Die Visualisierungspipeline
- Visualisierung am ICGA
- Lehrveranstaltungen und Praktika



Stefan Bruckner 2

Übersicht

- Definition und Hintergrund
- Die Visualisierungspipeline
- Visualisierung am ICGA
- Lehrveranstaltungen und Praktika



Stefan Bruckner 2

Definition


„to visualize - to form a mental vision, image, or picture of (something not visible or present to the sight, or of an abstraction); to make visible to the mind or imagination.“
[Oxford English Dictionary, 1989]

- Visuelle Aufbereitung von Daten
- Ziel ist allerdings nicht Photorealismus
- Vermittlung von Information mit Hilfe von Computergraphik

Stefan Bruckner 4

Prämisse

- „The purpose of computing is insight, not numbers.“ [R. Hamming, 1962]
- Ziel der Visualisierung ist es, dem Benutzer einen Einblick in die Daten zu verschaffen



Stefan Bruckner 5

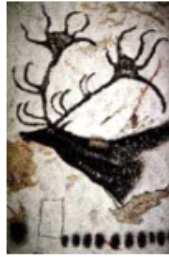
Hintergrund

- Visualisierung ist sehr alt – Menschen haben schon immer versucht komplexe Vorgänge bildlich darzustellen
- Grosse Datenmengen machen eine graphische Aufbereitung zunehmend erforderlich
- Visualisierung ist allgegenwärtig (Graphen, Illustrationen, Business Graphics, ...)
- Seit ca. 15 Jahren eine eigene Wissenschaft (erste eigene Konferenzen 1990)

Stefan Bruckner 6

Einblick

Höhlenmalerei



Höhlenmalereien aus dem Paleolitikum [ca. 15.000 v. Chr.]

Sofian Dröchner

7

Medizinische Illustration



Illustrationen von Leonardo Da Vinci [1452 – 1519]

Sofian Dröchner

8

Kartographie



Isolinien zur Visualisierung der Kompassabweichung

Sofian Dröchner

9



Visualisierung von Windströmungen

Wege von Yu dem Großen



Landkarte unter Verwendung kartesischer Koordinaten (Gitter mit Längen- und Breitengraden)

Sofian Dröchner

10

Napoleons Russlandfeldzug



Linienbreite kodiert Truppenstärke

Sofian Dröchner

11

↳ redundant kodiert

Choleraepidemie in London



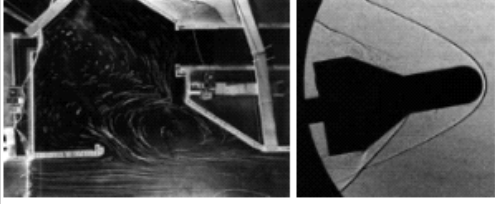
Kartographische Visualisierung des Zusammenhangs zwischen Wasserversorgung und Krankheitsfällen

Sofian Dröchner

12

Einbringen v. Partikeln

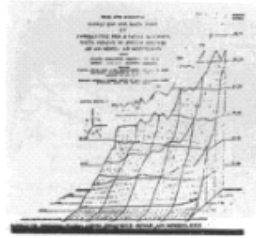
Experimentelle Strömungslehre



Einbringung von Partikeln zur Visualisierung der Strömung (z.B. Rauch im Windkanal oder Farbe in Flüssigkeiten)

Stefan Bruchner 13

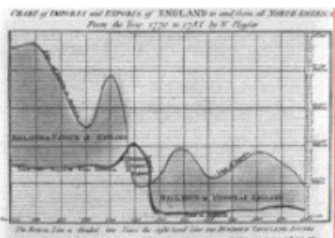
Bevölkerungsentwicklung



Bevölkerungszahlen Schwedens von 1750 bis 1785 (Bevölkerung als Höhe über Jahr und Altersgruppe aufgetragen)

Stefan Bruchner 14


Business Graphics



Graphische Darstellung der Importe/Exporte USA-England in den Jahren 1770 – 1782 [W. Playfair, 1785]

Stefan Bruchner 15

Icons



2D-Scatterplot in dem Daten durch Gesichtscharakteristika kodiert werden [H. Chernoff, 1973]

Stefan Bruchner 16

Visualisierung heute

- Computerunterstützte Erforschung und Analyse von grossen Datenmengen
- Meist zwingende Voraussetzungen: Interaktivität und Flexibilität
- Problematik: Effiziente Ausnutzung des visuellen Kanals
- Starker Bezug zu Computergraphik und Bildverarbeitung

Stefan Bruchner 17

Visualisierung – drei Ansätze

- Visualisierung, um ...
 - ◆ ... zu **erforschen**
 - nichts ist bekannt, Vis. dient zur neuen Erforschung der Daten
 - ◆ ... zu **analysieren**
 - es gibt Hypothesen, Vis. dient zur Bestätigung bzw. Widerlegung
 - ◆ ... zu **präsentieren**
 - "alles" über die Daten bekannt, Vis. dient zur Kommunikation von Ergebnissen

Stefan Bruchner 18

Visualisierung – drei Schwerpunkte

■ Drei Hauptbereiche:

- ◆ Volume Visualization
- ◆ Flow Visualization
- ◆ Information Visualization

Scientific Visualization

3D
nD

inherenter Raumbezug
meist kein Raumbezug

Sebastian Brückner 19

Teilbereiche

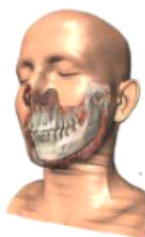

■ Visualisierung von ...

- ◆ ... medizinischen Daten (VoVis)
- ◆ ... Strömungsdaten (FlowVis)
- ◆ ... abstrakten Daten (InfoVis)
- ◆ ... historischen Daten (Archäologie)
- ◆ ... mikroskopischen Daten (Molekularphysik)
- ◆ ... makroskopischen Daten (Astronomie)
- ◆ ... extrem großer Datenmengen
- ◆ usw.

Sebastian Brückner 20

Volume Visualization (1)

■ Volumendaten

Sebastian Brückner 21

Volume Visualization (2)

■ Indirekte Volumensvisualisierung

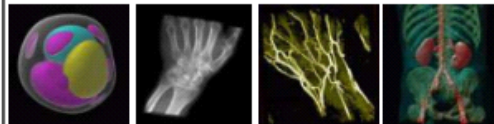
- ◆ Extraktion von Isoflächen (z.B. mit Marching Cubes)
- ◆ Schnelles Rendering, aber Pre-Processing nötig

■ Direkte Volumensvisualisierung

- ◆ Abtastung des Volumens und Kombination der Werte (z.B. Blending, Maximum, Summation)
- ◆ Grosse Datensätze, aufwendige Darstellungsverfahren nötig

Sebastian Brückner 22

Volume Visualization (3)

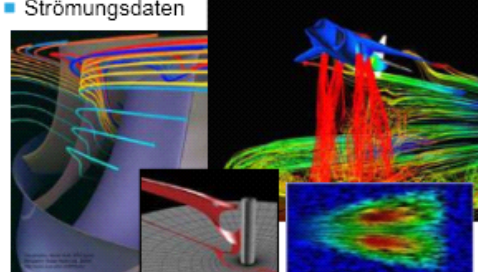


Surface Rendering Summation (X-Ray) Maximum Projection Direct Volume Rendering

Sebastian Brückner 23

Flow Visualization (1)

■ Strömungsdaten



Sebastian Brückner 24

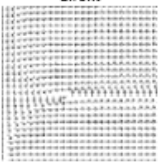
Flow Visualization (2)

- Direkte Strömungsvisualisierung
 - ◆ Direkte Darstellung von Strömungsvektoren (z.B. Pfeile, Farbcodierung)
- Integrationsbasierte Strömungsvisualisierung
 - ◆ Strömungslinien (Strömungsverlauf über die Zeit)
- Texturbasierte Strömungsvisualisierung
 - ◆ Hochfrequente Textur entlang der Strömung „verschmieren“

Sofien Bruchner 25


Flow Visualization (3)

direkt



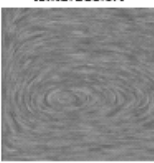
Hedgehog Plot

integrationsbasiert



Streamlets

texturbasiert

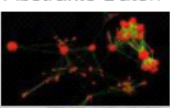
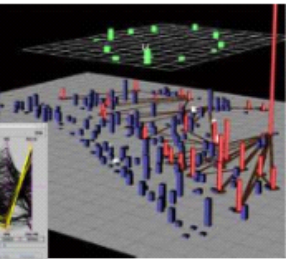


Line Integral Convolution (LIC)

Sofien Bruchner 26

Information Visualization (1)

- Abstrakte Daten


Sofien Bruchner 27

Information Visualization (2)

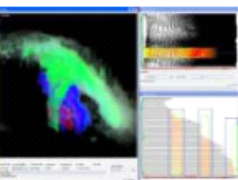
- Sinnvolle Abbildung von hochdimensionalen Daten
- Gleichzeitig Überblick und Detailinformation darstellen (Focus+Context Prinzip)
- Interaktive Verknüpfung verschiedener Ansichten (linking)
- Interaktive Auswahl von interessanten Daten (brushing)

Sofien Bruchner 28

Information Visualization (3)



Focus+Context (Fisheye View)



Linking and brushing

Sofien Bruchner 29

Übersicht

- Definition und Hintergrund
- Die Visualisierungspipeline
- Visualisierung am ICGA
- Lehrveranstaltungen und Praktika



Sofien Bruchner 30

Visualisierungspipeline - Definition



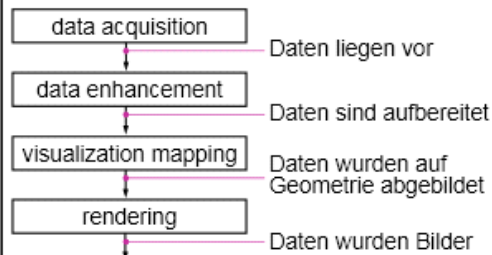
- Sequentieller Ablauf, der bei der Visualisierung von Daten durchlaufen wird
- Daten werden in jedem Schritt erzeugt, transformiert, oder ergänzt
- Strukturierung der verschiedenen Methoden und Techniken, die notwendig sind um eine Visualisierung zu erzeugen
- Visualisierung wird in einzelne – leichter bewältigbare – Subprobleme zerlegt

Sebastian Brückner

31



Visualisierungspipeline - Übersicht

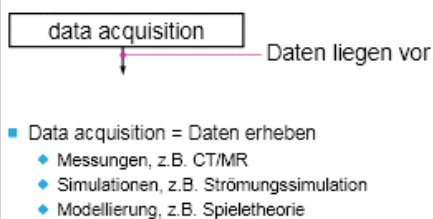


Sebastian Brückner

32



Schritt 1 - Data Acquisition



Sebastian Brückner

33



Beispiel: Computertomographie (1)



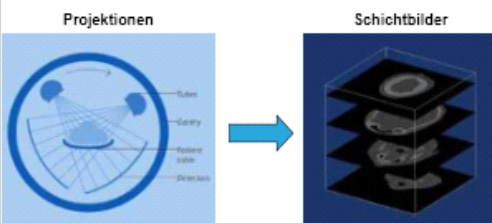
- Röntgen-Strahlenquelle rotiert schichtweise um ein Objekt
- Unterschiedliche Gewebstypen schwächen die Röntgenstrahlen verschieden stark ab
- Restintensität der Strahlen wird von Detektoren gemessen
- Projektionen (Röntgenbilder) des gescannten Objekts werden in Schichtbilder umgerechnet (gefilterte Rückprojektion)

Sebastian Brückner

34



Beispiel: Computertomographie (2)

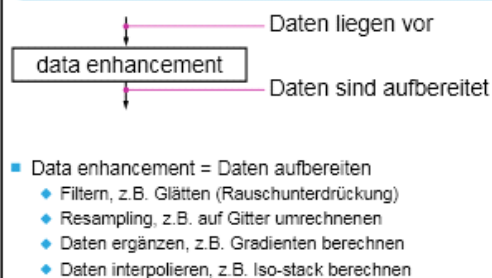


Sebastian Brückner

35



Schritt 2 - Data Enhancement



Sebastian Brückner

36



Beispiel: Rauschentfernung (1)



- Durch den Abtastprozess enthalten die Daten oft hochfrequentes Rauschen
- Dieses kann z.B. durch Faltung mit einem entsprechenden Kernel reduziert werden
- An jedem Punkt in Volumen berechnet sich der gefilterte Wert als gewichtete Summe seiner Nachbarn

Seifried Dröchner

37

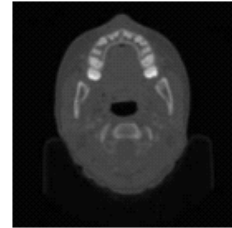
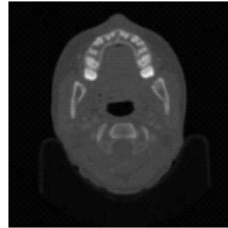


Beispiel: Rauschentfernung (2)



ungefiltert

gefiltert (Gauss-Kernel)

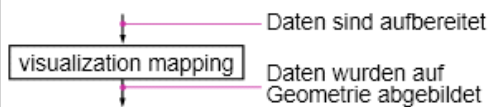


Seifried Dröchner

38



Schritt 3 - Visualization Mapping



- Visualization mapping = Daten darstellbar machen
 - ◆ Iso-Flächen berechnen
 - ◆ Glyphen, Icons berechnen
 - ◆ Graphen-Layout berechnen
 - ◆ Voxel attributieren: Farbe, Transparenz, ...

Seifried Dröchner

39



Beispiel: Transferfunktions-Spezifikation (1)



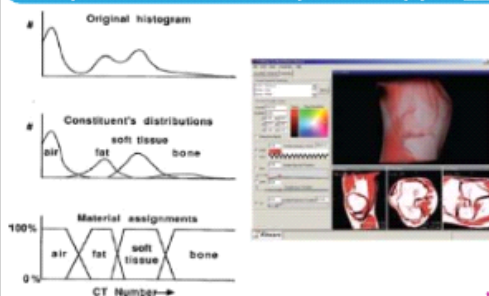
- Skalarwerte in einem CT-Datensatz entsprechen Dichtewerten des gescannten Objekts
- Dadurch können verschiedene Gewebetypen unterschieden werden (z.B. Weichteilgewebe und Knochen)
- Eine Transferfunktion ordnet jedem Skalarwert eine Farbe und eine Opazität („Undurchsichtigkeit“) zu

Seifried Dröchner

40



Beispiel: Transferfunktions-Spezifikation (2)

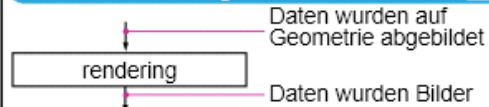


Seifried Dröchner

41



Schritt 4 - Rendering



- Rendering = Darstellung mit Computergraphik
 - ◆ Sichtbarkeitsberechnung
 - ◆ Beleuchtung
 - ◆ Compositing
 - ◆ Animation

Seifried Dröchner

42



Beispiel: Volume Rendering (1)

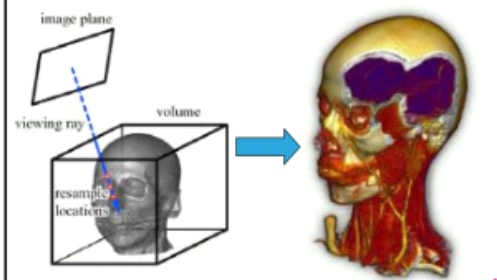
- Erlaubt die Darstellung von Oberflächen und inneren Strukturen durch Transparenz
- Beim Raycasting-Verfahren werden Sichtstrahlen durch das Volumen verfolgt
- In diskreten Intervallen entlang jedes Strahls wird das Volumen abgetastet (resampling) und Farbe/Opazität aufakkumuliert (compositing)

Sebastian Dröschner

43



Beispiel: Volume Rendering (2)

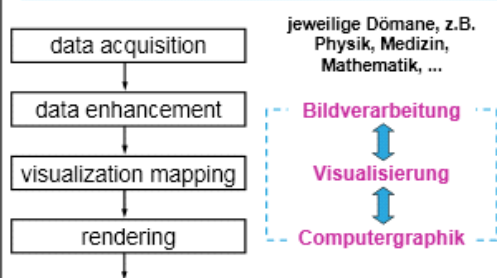


Sebastian Dröschner

44



Visualisierungspipeline – Disziplinen



Sebastian Dröschner

45



Übersicht

- Definition und Hintergrund
- Die Visualisierungspipeline
- **Visualisierung am ICGA**
- Lehrveranstaltungen und Praktika



Sebastian Dröschner

46



Visualisierung am ICGA (1)

- Anwendungsorientierte Forschung
 - ◆ Firmenprojekte (Philips Medical Systems, Tiani Medgraph, ...)
 - ◆ Kooperation mit Medizinern (AKH Wien, Stanford, ...)
 - ◆ Medizinische Visualisierung im klinischen Alltag

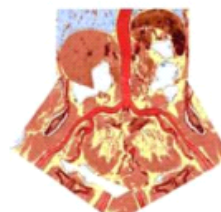
Sebastian Dröschner

47



Visualisierung am ICGA (2)

- Curved Planar Reformation (CPR) zur Diagnose von Blutgefäßerkrankungen



Sebastian Dröschner

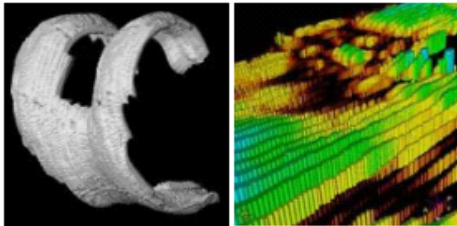
48



Visualisierung am ICGA (3)



- Visualisierung von Knorpelgewebe im Kniegelenk



Sefan Bräuer

49

Visualisierung am ICGA (4)



- Grundlagenforschung
 - ◆ Neue Visualisierungstechniken (z.B. alternative optische Modelle)
 - ◆ Verbesserte Algorithmen (Performance, Qualität)
 - ◆ Verarbeitung grosser Datenmengen (mehrere Gigabyte bis hin zu Terabyte)

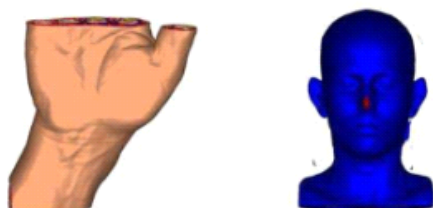
Sefan Bräuer

50

Visualisierung am ICGA (5)



- Volumenvisualisierung inspiriert durch traditionelle Illustrationstechniken



51

Visualisierung am ICGA (6)



- Interaktion und Deformation in der Visualisierung von Volumendaten



52

Übersicht



- Definition und Hintergrund
- Die Visualisierungspipeline
- Visualisierung am ICGA
- **Lehrveranstaltungen und Praktika**



Sefan Bräuer

53

Lehrveranstaltungen



- VO, LU Visualisierung – WS
 - ◆ Grundlagen zu VolVis, FlowVis, InfoVis
- VU Visualisierung medizinischer Daten 1 – SS
 - ◆ Segmentierung, Volume Rendering
- VU Visualisierung medizinischer Daten 2 – WS
 - ◆ Konkrete medizinische Anwendungen
- VO, UE Informationsvisualisierung – SS
 - ◆ Aspekte und Anwendungen der InfoVis

<http://www.cg.tuwien.ac.at/courses>

Sefan Bräuer

54

Praktika und Diplomarbeiten (1)



- Nicht-Photorealistische Beleuchtungsmodelle zur Darstellung von Volumina



<http://www.cg.tuwien.ac.at/projekte/vis>

Stefan Bruckner

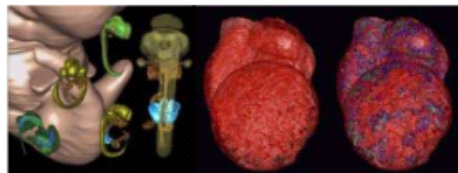
55



Praktika und Diplomarbeiten (2)



- Visualisierung von Expressionsmustern ontogenetisch wichtiger Gene und Genprodukte



<http://www.cg.tuwien.ac.at/projekte/vis>

Stefan Bruckner

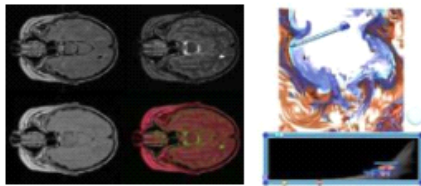
56



Praktika und Diplomarbeiten (3)



- Design von Transferfunktionen zur Darstellung multi-modaler Daten



<http://www.cg.tuwien.ac.at/projekte/vis>

Stefan Bruckner

57



Kontakt



Meister

Ivan Viola

Eduard Gröller

Alexandra La Cruz



Stefan Bruckner

Matej Mlejnek

<http://www.cg.tuwien.ac.at/research/vis>

Stefan Bruckner

58

