

visualisieren

Montag, 7. Juni 2010
16:12

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

Übersicht

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



Stefan Bruckner

Definition

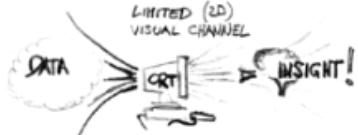
- „to visualize - to form a mental vision, image, or picture of (something not visible or present to the sight, or of an abstraction); to make visible to the mind or imagination.“
[Oxford English Dictionary, 1989]
- Visuelle Aufbereitung von Daten
- Ziel ist allerdings nicht Photorealismus
- Vermittlung von Information mit Hilfe von Computergraphik

Stefan Bruckner

Einblick ↗

Prämissen

- „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

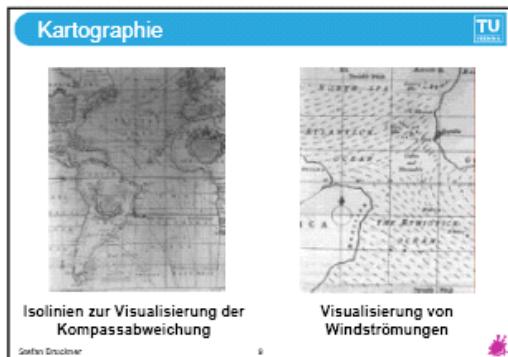
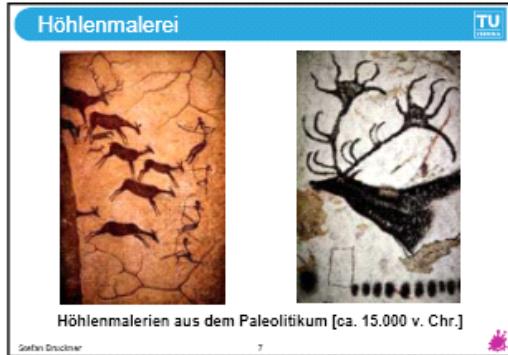


Stefan Bruckner

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



↳ redundant
Viele er

Einbringen v. Partikeln

Experimentelle Strömungslehre

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

Stefan Draschner 13

Bevölkerungsentwicklung

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

Stefan Draschner 14

Business Graphics

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

Stefan Draschner 15

Icons

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

Stefan Draschner 16

Visualisierung heute

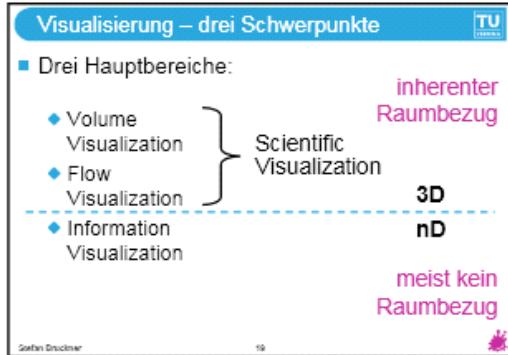
- Computerunterstützte Erforschung und Analyse von grossen Datenmengen
- Meist zwingende Voraussetzungen: Interaktivität und Flexibilität
- Problematik: Effiziente Ausnutzung des visuellen Kanals
- Starker Bezug zu Computergraphik und Bildverarbeitung

Stefan Draschner 17

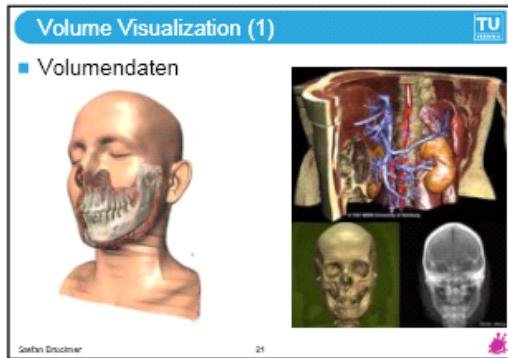
Visualisierung – drei Ansätze

- 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

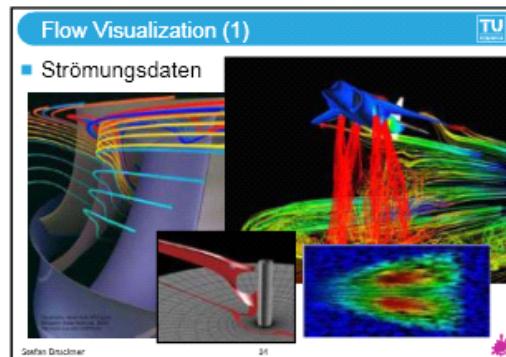
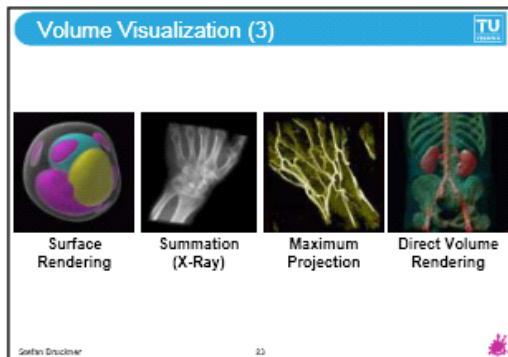
Stefan Draschner 18



- Teilbereiche**
- Visualisierung von ...**
- ◆ ... medizinischen Daten (VolVis)
 - ◆ ... Strömungsdaten (FlowVis)
 - ◆ ... abstrakten Daten (InfoVis)
 - ◆ ... historischen Daten (Archäologie)
 - ◆ ... mikroskopischen Daten (Molekularphysik)
 - ◆ ... makroskopischen Daten (Astronomie)
 - ◆ ... extrem großer Datenmengen
 - ◆ usw.
- Stefan Draschner 20



- Volume Visualization (2)**
- Indirekte Volumensvisualisierung**
- ◆ Extraktion von Isoschichten (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
- Stefan Draschner 22



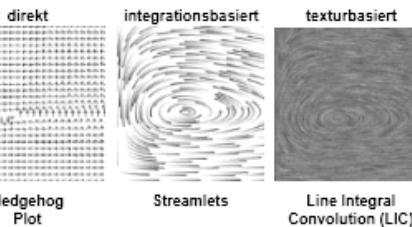
Flow Visualization (2)

- 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“

Stefan Dräxler

25

Flow Visualization (3)

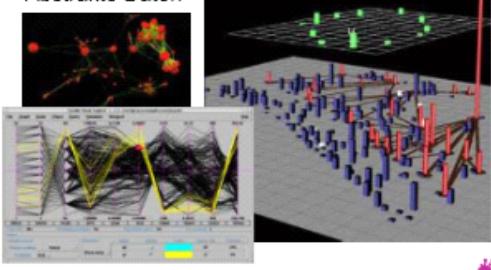


Stefan Dräxler

26

Information Visualization (1)

- Abstrakte Daten



Stefan Dräxler

27

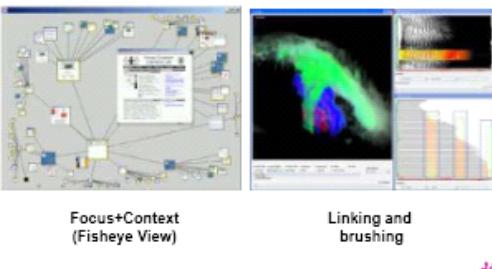
Information Visualization (2)

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

Stefan Dräxler

28

Information Visualization (3)



Stefan Dräxler

29

Übersicht

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



Stefan Dräxler

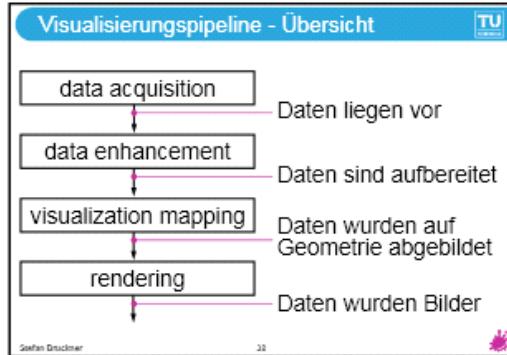
30

Visualisierungspipeline - Definition

TU
Darmstadt

- 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 bewältigebare – Subprobleme zerlegt

Stefan Draschner 31



Schritt 1 - Data Acquisition

TU
Darmstadt

data acquisition

Daten liegen vor

↓

- Data acquisition = Daten erheben
 - ◆ Messungen, z.B. CT/MRI
 - ◆ Simulationen, z.B. Strömungssimulation
 - ◆ Modellierung, z.B. Spieletheorie

Stefan Draschner 33

Beispiel: Computertomographie (1)

TU
Darmstadt

- 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)

Stefan Draschner 34

Beispiel: Computertomographie (2)

TU
Darmstadt

Projektionen → Schichtbilder

Stefan Draschner 35

Schritt 2 - Data Enhancement

TU
Darmstadt

Daten liegen vor

data enhancement

Daten sind aufbereitet

↓

- Data enhancement = Daten aufbereiten
 - ◆ Filtern, z.B. Glätten (Rauschunterdrückung)
 - ◆ Resampling, z.B. auf Gitter umrechnen
 - ◆ Daten ergänzen, z.B. Gradienten berechnen
 - ◆ Daten interpolieren, z.B. Iso-stack berechnen

Stefan Draschner 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

Stefan Dräxler

37

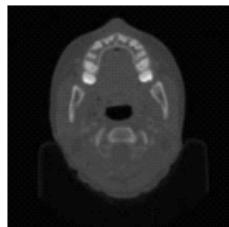
Beispiel: Rauschentfernung (2)

ungefiltert



Stefan Dräxler

gefiltert (Gauss-Kernell)



38

Schritt 3 - Visualization Mapping

- Daten sind aufbereitet
- ↓
- visualization mapping
- Daten wurden auf Geometrie abgebildet
- ↓
- Visualization mapping = Daten darstellbar machen
 - ◆ Iso-Flächen berechnen
 - ◆ Glyphen, Icons berechnen
 - ◆ Graphen-Layout berechnen
 - ◆ Voxel attributieren: Farbe, Transparenz, ...

Stefan Dräxler

39

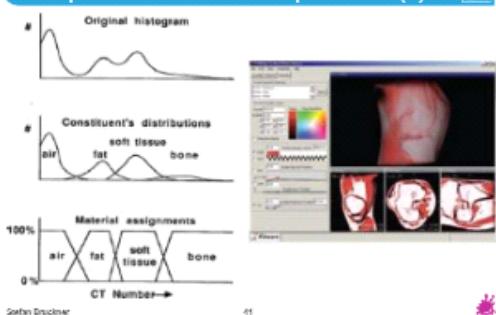
Beispiel: Transferfunktions-Spezifikation (1)

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

Stefan Dräxler

40

Beispiel: Transferfunktions-Spezifikation (2)



Stefan Dräxler

41

Schritt 4 - Rendering

- Daten wurden auf Geometrie abgebildet
- ↓
- rendering
- Daten wurden Bilder
- ↓
- Rendering = Darstellung mit Computergraphik
 - ◆ Sichtbarkeitsberechnung
 - ◆ Beleuchtung
 - ◆ Compositing
 - ◆ Animation

Stefan Dräxler

42

Beispiel: Volume Rendering (1)

TU
Darmstadt

- 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)

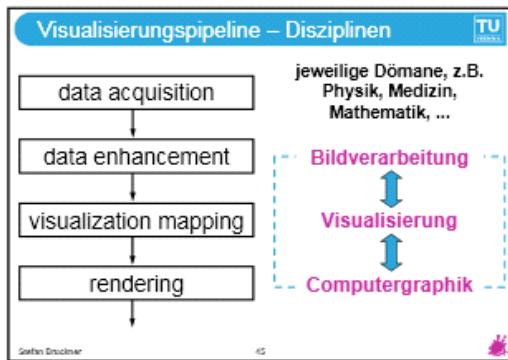
Stefan Dräxler 43

Beispiel: Volume Rendering (2)

TU
Darmstadt

image plane
viewing ray
volume
resample locations

Stefan Dräxler 44



Übersicht

TU
Darmstadt

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

Stefan Dräxler 46

Visualisierung am ICGA (1)

TU
Darmstadt

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

Stefan Dräxler 47

Visualisierung am ICGA (2)

TU
Darmstadt

- Curved Planar Reformation (CPR) zur Diagnose von Blutgefäßserkrankungen

Stefan Dräxler 48

Visualisierung am ICGA (3)

TU

- Visualisierung von Knorpelgewebe im Kniegelenk

Stefan Bruckner 51

Visualisierung am ICGA (4)

TU

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

Stefan Bruckner 52

Visualisierung am ICGA (5)

TU

- Volumenvisualisierung inspiriert durch traditionelle Illustrationstechniken

Stefan Bruckner 53

Visualisierung am ICGA (6)

TU

- Interaktion und Deformation in der Visualisierung von Volumendaten

Stefan Bruckner 54

Übersicht

TU

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

Stefan Bruckner 55

Lehrveranstaltungen

TU

- 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>

Stefan Bruckner 56

Praktika und Diplomarbeiten (1)



- Nicht-Photorealistische Beleuchtungsmodelle zur Darstellung von Volumina



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

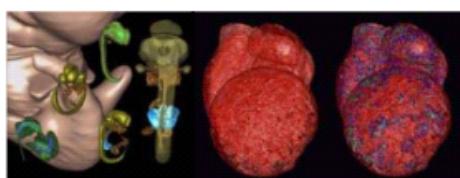
Stefan Bruckner

55

Praktika und Diplomarbeiten (2)



- Visualisierung von Expressionsmustern ontogenetisch wichtiger Gene und Genprodukte



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

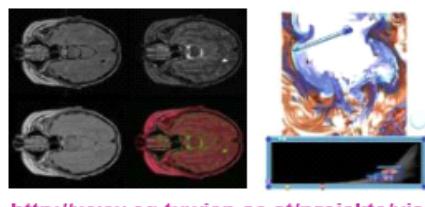
Stefan Bruckner

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