

Universität Leipzig

Fakultät für Mathematik und Informatik

Vorlesungsmitschrift WiSe 2010

Visualisierung

gehalten von Prof. Dr. Geric Scheuermann

und Dr. Alexander Wiebel

Mitschrift von Tobias Mede und Christoph Kämpf

26. Juli 2011

Inhaltsverzeichnis

1	Visualisierung in Naturwissenschaft und Technik	1
1.1	Einführung	1
1.2	Datenrepräsentation	1
1.2.1	Voronoidiagramm	1
1.3	Vektoranalysis	1
1.4	Tensoren	2
1.4.1	Tensoralgebra	2
1.4.2	Tensoranalysis	2
1.5	Analysemethoden	2
1.6	Vektorfeldtopologie	2
1.7	Direkte Visualisierung	2
1.7.1	Visualisierung von Vektordaten	2
1.7.2	Konturbaum	4

1 Visualisierung in Naturwissenschaft und Technik

1.1 Einführung

Scientific Visualization ist das womit wir uns beschäftigen. Visualisierungspipeline:

1.2 Datenrepräsentation

Prüfungsrelevant: Aufbau der Datensätze

Drei Teile: -Definitionsmenge = Teilmenge des Beobachtungsraums B^b -Nachbarschaftsrelation
-Funktion der Definitionsmenge
!!Metrik

1.2.1 Voronoidiagramm

Maximal $2n-5$ Ecken und $3n-6$ Kanten. Delaunay Triangulierung.

1.3 Vektoranalysis

Eigenvektoren sind die Vektoren die durch eine Abbildung (erklären was das ist), nicht in ihrer Richtung beeinflusst werden. Der Faktor um den der Eigenvektor durch die Abbildung gestreckt/gestaucht wird nennt man **Eigenwert**.

Prüfungsrelevant: Gradient, Rotation, Divergenz, Integrationskurven, partielle Ableitung(en)

Integrationskurven können sich nicht schneiden. **Prüfungsrelevant:** Eulerverfahren
Prüfungsrelevant: Schrittweitenkontrolle bei *Step-Doubling*

1.4 Tensoren

1.4.1 Tensoralgebra

Tensoren 0. Ordnung sind Skalare.

Tensoren 1. Ordnung sind Vektoren.

Tensoren 2. Ordnung sind Matrizen.

Die Ableitung eines Tensors x . Ordnung ergibt einen Tensor der Ordnung $x+1$.

1.4.2 Tensoranalysis

Prüfungsrelevant (nur wenn noch Zeit ist lernen): Strömungsdynamik

1.5 Analysemethoden

Barizentrische Koordinaten eines 1-, 2- oder 3-dimensionalen Simplex. Ein Simplex ist eine Menge von Punkten

1.6 Vektorfeldtopologie

α -Becken umfasst alle Punkte deren Stromlinien aus derselben Quelle (Punkt, Linie, etc.) stammen. ω -Becken umfasst alle Punkte deren Stromlinien die selbe Senke (Punkt, Linie, etc.) haben.

1.7 Direkte Visualisierung

1.7.1 Visualisierung von Vektordaten

Experimentelle Strömungsvisualisierung

Eine Möglichkeit der experimentellen Strömungsvisualisierung ist das Einbringen von sichtbarem Fremdmaterial in die Strömung. Dabei unterscheidet man:

Time lines: Partikel werden zur gleichen Zeit (z.B. entlang einer Linie) in die Strömung eingebracht

Streak lines: Partikel werden an einer fixen Position (z.B. mittels Düsen am umströmten Objekt) in die Strömung eingebracht

Path lines: Partikel werden statistisch verteilt in Strömung eingebracht und ihr Weg für eine kurze Zeit (z.B. lange Belichtungszeit von leuchtenden Partikeln) nachverfolgt

Einfache Strömungsvisualisierung

Um einen schnellen Eindruck vom gemessenen Vektorfeld zu bekommen bietet sich die *Hedgehog*-Technik an. Diese repräsentiert die Vektoren an den Gitterpunkten mit einer Linie oder einem Pfeil. Um einen besseren Eindruck der lokalen Richtung des Feldes zu vermitteln, kann man diese Linien/Pfeile noch entlang der Strömung krümmen. Dadurch erhält man sogenannte **streamlets**. Sollen noch mehr lokale Informationen dargestellt werden, kann man den Hedgehog zur **local flow probe** erweitern. Diese gibt zusätzlich Auskunft über Beschleunigungsbetrag, Rotation, Divergenz, Scherung und Krümmung.

Visualisierung aus Strömungs- und Festkörpermechanik

Hierbei enthält das Vektorfeld Informationen über Bewegungen. Diese Bewegungen können durch **Warping** (Verformung des Objekts oder des Beobachtungsraums) visualisiert werden. Für die Visualisierung von Vibrationen können **Displacement Plots** verwendet. Dabei wird nicht der gesamte Vektor genutzt, sondern nur der Anteil des Vektors in Normalenrichtung (der senkrecht auf der Objektoberfläche steht).

Stromlinientechniken

Stromlinien (= Integrationskurven) werden an einem Punkt im Beobachtungsraum gestartet und nach auswerten des lokalen Vektorfeldes wird eine Linie zwischen dem Ausgangs- und dem Endpunkt eingezeichnet. Danach wird der Vorgang mit dem Endpunkt als neuem Ausgangspunkt wiederholt, bis die Stromlinie den Rand des Beobachtungsraums erreicht hat. Da Stromlinien keine Aussage über den Betrag der Vektoren erlauben, kann man diesen durch **Color Mapping** der Stromlinie visualisieren. Oder man zeichnet nur jedes zweite Liniensegment einer Stromlinie bei fester Schrittweite, dann visualisiert die Länge der Linien die Geschwindigkeit.

Interessiert zusätzlich auch der Zustand des umgebenden Feldes kann man zur Visualisierung der Rotation schmale Bänder sogenannte **Stream ribbons** nutzen.

1.7.2 Konturbaum