

VISU- Zusammenfassung

June 26, 2018

Contents

1	Aufgaben der Visualisierung	3
2	Datenformate und Gittermodelle	4
2.1	Eigenschaften von Daten und Datensätzen - Was bilden wir ab? .	4
2.2	Interpolation generell - Alles im Zwischenraum visualisieren können	5
2.3	Gitter - den gesamten Raum visualisieren können	5
3	Skalare und Skalarfelder	6
3.1	Definifion Feld und Skalarfeld	6
3.2	Darstellungsformen von 2D-Definitionsmenge	6
3.3	Darstellungsformen von 3D-Definitionsmenge	6
3.4	Color-Maps	6
3.5	Isolinien und Flächen	6
3.6	Isolinien und Flächen im Raum: Marching Cubes	6
3.7	Asymptotic Decider	6
4	Volumenvisualisierung	8
4.1	Welche 3D-Volumen-Daten gibt es zu visualisieren?	8
4.2	Schnittflächen	8
4.3	Durchleuchtung	8
4.4	Beleuchtung von Oberflächen	8
4.5	Transferfunktionen	9
4.6	Sampling-Methoden: Arten der Strahlenverfolgung	9
4.7	Prä- vs. Post-Klassifikation vs. Preintegrated Volume-Rendering	9
4.8	Non-photorealistic Rendering / abstraktes Rendering	9
4.9	Parallelität ausnutzbar	10
5	Skalarfeldtopologie	11
5.1	Definition Skalarfeldtopologie	11
5.2	Morsetheorie	11
5.3	Konturbaum	11
6	Vektorfelder	13
6.1	Definition	13
6.2	Informationen eines Vektors über Jacobi-Matrix gewinnen	13
6.3	Kurven im Vektorfeld	13
6.4	Fluss, Quellstärke, Divergenz,	14
7	Merkmalskurven	15
8	Texturbasierte Techniken	16
9	Vektorfeld-Topologie	17

10 Merkmalsbestimmung und Wirbelextraktion	18
---	-----------

11 FRAGEN	19
------------------	-----------

1 Aufgaben der Visualisierung

Begriffsdefinition: Drei Zitate zu Visualisierung

Aufgaben der Visualisierung Zusammenfassung

Aufgaben der Visualisierung I - III

Schritte Idealisiertes Vorgehen

Ein Wort zu VTK

2 Datenformate und Gittermodelle

2.1 Eigenschaften von Daten und Datensätzen - Was bilden wir ab?

Aufbau Datensatz

- Definitionsmenge
- Topologie
- Funktion $Definitionsmenge \rightarrow Bildmenge$ wobei Bildmenge Attributen der Daten gleichen muss.

5 Kriterien von Datensätzen:

-

Typen von Daten:

-

Nominal bis Kontinuierlich

-

Anforderungen ans Visualisierungssystem

- effiziente Daten-Speicherung
- effizienter Datenzugriff
- Abbildbarkeit (?)
- Einfachheit (?)

Begriffsdefinitionen

- Stetigkeit (Kurz in Umgangssprache aufschreiben)
- Topologie, Kodimension...

Das Problem, dass alles was gemessen wird, diskrete Werte sind

Infos auf Folie?

Wie man zwischen Werten interpoliert.

Shepard Interpolation

Modifizierte Shepard Interpolation

→ Mit Radius

2.2 Interpolation generell - Alles im Zwischenraum visualisieren können

Zwischen welchen Werten man interpoliert.

Auf der Linie

Im linearen Dreieck

Dreieck mit Baryzentrischen Koordinaten

Im linearen Tetraeder

- mit Baryzentrischen Koordinaten
- mit linearem Ansatz

Im bilinearen Rechteck

- Entlang der Kanten linear
- Innerhalb des Rechtecks Bi-Linear

Im linearen Quader

Im linearen Prisma

Neares Neighbour in Voroni-Diagrammen für Scattered Data

2.3 Gitter - den gesamten Raum visualisieren können

Was ist ein Gitter?

- Bisher Set an Interpolations-Möglichkeiten
- Jetzt ganzen Raum mit Gitter auskleiden - befähigt uns jeden Punkt im Raum abzubilden.

Welche Gitter gibt es?

Wie speichert man die Dinger?

- Feste X und Y Delta
- Suchstrukturen nennen können. (R-Baum, weitere..)

3 Skalare und Skalarfelder

3.1 Definition Feld und Skalarfeld

Feld: ...

Skalarfeld...

3.2 Darstellungsformen von 2D-Definitionsmenge

- Einfärbung
- Höhenfelder
- Isolinien

3.3 Darstellungsformen von 3D-Definitionsmenge

- Schnittflächen mit Einfärbung: Volumen mit einer Ebene schneiden, dann Punkten Farbwert zuordnen.
- Jedem Skalar im Volumen optische Eigenschaft zuweisen und auf Projektionsfläche abbilden (Absorptions-, Emissions-Modell, ect.)
- Isoflächen (Zeige alle Punkte mit Isowert a an)

3.4 Color-Maps

Aspekte raussuchen.

3.5 Isolinien und Flächen

- Was sind das?
- Interpolation von Isowert in Dreiecks-Flächen (Wo schneidet ein Dreieck die 0-Höhenlinie?)
- Interpolation von Isowert in Vierecks-Flächen
- Interpolation von Isowert in Polygone -> In Drei-oder Vierecke zerlegen, dann weiter

3.6 Isolinien und Flächen im Raum: Marching Cubes

- Prinzip
- Bug im Verfahren (Bei Verbindung über mehrere Zellen)
- Korrekte Triangulierung
- Konsistente Triangulierung -> Über Festlegung: Bei Sattelpunkt: Liegt immer nach Links - ist Konsistenz sichergestellt.

3.7 Asymptotic Decider

- Bilineare Interpolation (an den Flächen entlang?)
- Fallunterscheidung: Wert von Interpoliertem Kanten-Schnittpunkt vergleichen

mit Sattelpunkt-Wert. - Probleme: Korrektheit der Triangulierung - Analog zu Marching Cubes, allerdings ist schon Konsistenz sichergestellt - Korrektheit bleibt offen.

4 Volumenvisualisierung

Aus Kap 2:

- Schnittflächen mit Einfärbung: Volumen mit einer Ebene schneiden, dann Punkten Farbwert zuordnen.
- Jedem Skalar im Volumen optische Eigenschaft zuweisen und auf Projektionsfläche abbilden (Absorptions-, Emissions-Modell, ect.)
- Isoflächen (Zeige alle Punkte mit Isowert a an)

4.1 Welche 3D-Volumen-Daten gibt es zu visualisieren?

4.2 Schnittflächen

- Ebene = Position und Normalenvektor
- MC-Verfahren

Alternativ: - Schnitt entlang einer gekrümmten Ebene (z.B. Vene verfolgen) = Curved Planar Reformation, CPR

Dabei Generell:

- Thresholding einsetzbar
- Regionenwachstum mit Saatpunkt

4.3 Durchleuchtung

Verfahren Beschreiben

- ...
- Dabei maßgebend Hounsfield-Skala

Emissionsmodell

Absorptionsmodell

Kombination beider Modelle

Absorptionsmodell

Darstellung des resultierenden Skalarfeldes

- Mensch schlechte Tiefenwahrnehmung, auf Wahrnehmen von Obeflächen trainiert
→ deswegen Einsatz Transferfunktion

4.4 Beleuchtung von Oberflächen

Notwendig, um 3D sichtbar zu machen.

4.5 Transferfunktionen

- Color Maps
- Color, opacity (Zahn-Bsp. von Durchleuchtung)
- Gradientenberechnung für deutlichere Übergänge -> Baumstamm / Luft vs Blatt vs Luft

4.6 Sampling-Methoden: Arten der Strahlenverfolgung

- Bei Strahlenverfolgung entlang der Achsen: Levoy: Farbwert von Voxel am Ende des Voxels = Farbwert zu Beginn des Voxels + Farbe des Voxels + Opacität des Voxels - Nicht Entlang der Achsen: Interpolation notwendig Generell paar Parameter: - Abtastrate (Größe des Gitters)
- Richtlinie
- Theorem aus Signalverarbeitung
- Sampling entlang Objekt (Transformatio der Strahlen) oder Sampling einfach grade durch
- Bessere Daten durch Vorverarbeitung
- Abtastung mit Zufallswerten - Verschieben der regulären Abtastpunkte zufällig.

Wie gehe ich mit den erhaltenen Punkten um?:

4.7 Prä- vs. Post-Klassifikation vs. Preintegrated Volume-Rendering

PräKlassifizierung: Erst Eckpunkten Farbe zuweise, dann zwischen Farbwerten interpolieren. (Hier Gefahr des Color bleedings)

Postklassifizierung: Erst zwischen Eckpunkten interpolieren, dann in Farbwert übersetzen.

Preintegrated Coloring = Integral zwischen Abtastpunkten speichern = Berücksichtigung aller (interpolierten) Zwischenwerte (kein Color bleeding)

4.8 Non-photorealistic Rendering / abstraktes Rendering

= Methoden nach dem Motto "Wir machen was anderes als die Physik"

Entspricht nicht Levoy-Ansatz. Begriff = Stilisierte künstlerisch abstraktes rendering. Für Darstellung des wesentlichen mit zeichnerischer Technik.

Silhouette Rendering

Kanten des Objektes besonders hervor bei Knicken oder Materialgrenzen.

Tone Shading

Schattierung mit einer Farbe: Von nem runden Objekt werden die Vorder- und Rückseite damit klar. Damit kann man 3D gut wahrnehmen. Durch

Wahrnehmungstheorie: Warmer ton vorne, kalter Farbton im Schatten.

Cartoon Shading

Farbverläufe in Bereiche gleicher Farben unterteilen - Diskretisieren.

4.9 Parallelität ausnutzbar

Parallelität ausnutzbar weil SIMD.

Aufteilung der Daten via kd-Baum (k-Dimensionaler Baum) - halbieren, halbieren ... Baumstruktur. Werte an Rändern dann dublizieren (damit in beiden Teilbäumen mit den Daten gerechnet werden kann) und beim zusammenführen nur 1x werten.

5 Skalarfeldtopologie

5.1 Definition Skalarfeldtopologie

- Rubber-Band Geometry
- Homöomorphismus
 - Simplex = Einfache wie Punkt, Linie, Dreieck
- Simplicialkomplex = Komplexe Struktur aufgebaut aus Simplexen
- Triangulierung von einem topologischen Raum X ist ein Simplicialkomplex K zusammen mit einem Homöomorphismus $K \rightarrow X$ (wir müssen sagen: Wo gehören die Dreiecke hin? Homöomorphismus lässt uns die triangulierten Räume in den zugrundeliegenden echten Raum transformieren.)

5.2 Morsetheorie

- Wir haben keine Mannigfaltigkeit (Bspw. Erd-Kugel) darauf haben wir keine differenzierbare Funktion (die Bspw. Höhenfeld darstellt). Mithilfe der Morsetheorie können wir diese Funktion analytisch untersuchen.

Kritische Punkte und kritische Werte:

- Wenn totale Ableitung gleich 0
- Partielle Ableitung entsprechend auch
- Kugel rollt nicht weg
- Hoch
- Tief
- Sattel

In Hesse-Matrix stehen alle Kombinationen aller partiellen Ableitungen bis 2. Grades drin. Für alle kritischen Punkte Hesse-Matrix aufstellen. Darüber Erkenntnis gewinnen, wie es um die Punkte drum rum aussieht (Wo geht's wie stark hoch und runter?) Daraus können wir die Umgebung aufbauen.

Anwendung auf realistische BSP: Glatte Fläche würde überall kritische Punkte liefern, deswegen Dreieck leicht ankippen (kleines Epsilon an Ecken addieren.)

5.3 Konturbaum

- Lokales MIN
- Lokales MAX
- Verbindungs und Trennpunkt
 - Äquivalente Isokonturen = Zwei Linien untereinander (auf verschiedener Höhe) zwischen denen kein MIN, MAX, Trenn/VerbindPunkt liegen.
- Konturbaum Superecke und Superkante.

- Vergrößerter Konturbaum (?)
- Höhengraph (mit Werten)
- Teilgraph
- Split-tree und join-tree

6 Vektorfelder

6.1 Definition

Jedem Vektor des Definitionsbereiches/der Domain ist ein Vektor zugeordnet.

- Zeitunabhängig = Stationär
- Zeitabhängig

6.2 Informationen eines Vektors über Jacobi-Matrix gewinnen

Leitet man ein Vektorfeld ab (totales Differential) erhält man die Jacobi-Matrix. Diese beschreibt also die Änderung des Vektors in alle Richtungen.

6.3 Kurven im Vektorfeld

Kurve = Position, die sich über die Zeit ändert.

Im Diagramm hätte man beispielsweise eine Kurve in einem 2D-Koordinatensystem. Die Kurve hat einen Start- und einen Zielpunkt. Die Kurve verbindet auf einer stetigen Weise diese Punkte. Das ist die Theorie.

In der Praxis fährt z.B. ein Auto auf einer 2D-Landschaft. Dann besteht die Kurve aus diskreten, zeitabhängigen Positionspunkten. Dort wo man schneller gefahren ist, gibt es weniger Abtastpunkte (liegen die Punkte weiter auseinander).

→ Kurvenintegral 1. Art

Dabei ist F ein Skalarfeld. Setzt man das auf 1 liefert das Kurvenintegral 1. Art die Weglänge. Dabei liefert die Ableitung der Kurve nach der Zeit die Richtung der Änderung in einem Punkt, wobei die Länge des Vektors der Geschwindigkeit entspricht.

→ Kurvenintegral 2. Art

Wir haben hier ein Vektorfeld v . Das Vektorfeld kann man sich als Krafteinwirkung vorstellen, die auf das Teilchen, das die Kurve malt, Kraft auswirkt (An dem Teil Arbeit verrichtet). Kurvenintegral 2. Art summiert jetzt die verrichtete Arbeit.

Bildet man das Ringintegral (Integral für geschlossene Kurve, dann nennt man den Wert Zirkulation) in einem Vektorfeld, in z.B. dem alle Vektoren parallel zur X-Achse liegen und nach Rechts zeigen, ist der Wert des Integrals 0.

Mit dem Fahrrad im Kreis fahren wenn Wind stets von Osten kommt, dann ist in die eine Richtung zu treten, in die andere nicht. Wenn der Wind orthogonal zum Fahrrad steht, hat das Vektorfeld keine Einwirkung.

Tornado vs. Windkanal.

Wenn wir bei nem Ringintegral nicht den Wert 0 erhalten (Die Zirkulation ungleich 0 ist), dann liegt ein Wirbel vor.

Wir können von nem Ringintegral Teilbereiche Berechnen (Abkürzungen beim im Kreis fahren nehmen). In Summe ergibt das wieder den vollen Kreis.

Wenn wir nen Ring nehmen und darüber die Zirkulation berechnen, dann den Ring immer kleiner machen, dann erhalten wir die Berechnung des Rotationswertes für einen Punkt.

Für ein Objekt im 2D-Raum können wir über unendlich vielen Vierecken das Objekt abbilden. Darüber erhalten wir dann das Ringintegral und damit die Zirkulation von dem Objekt.

Über den Satz von Stokes erhalten wir damit auch die Rotation (im Inneren) des Objektes. (Über das Verhalten am Rand, bekommen wir die Info über das Verhalten im Inneren des Objektes).

6.4 Fluss, Quellstärke, Divergenz, ...

Fluss eines Vektorfeldes gibt die Stärke des Durchflusses durch eine in das Vektorfeld hineingelegte Hyperebene an.

Quellstärke für ein definiertes Volumen in einem Vektorfeld: Ist also die Anzahl an Teilen, die mehr rausgehen als reingehen.

Divergenz = Quellstärke eines infinitesimalen Quaders.

Durch Satz von Gauß kann man Volumenintegrale durch Flächenintegrale ersetzen.

Divergenzfrei (Divergenz = für infinitesimale Einheiten) = Quellenfrei (Begriff für Volumen)

Rotationsfrei (Für Punkte) = Wirbelfrei (Für Felder)

7 Merkmalskurven

- Stromlinien, Pfadlinien
- Runge Kutta Verfahren

8 Texturbasierte Techniken

9 Vektorfeld-Topologie

10 Merkmalsbestimmung und Wirbelextraktion

11 FRAGEN

- Bug im Verfahren zu MC (Bei Verbindung über mehrere Zellen) – was ist der Fehler, wie kann man ihn beheben?
- Korrekte Triangulierung = Fehlerbehebung unabh. von Echtwelt?
- Konsistente Triangulierung = Echtwelt?
- Regionenwachstum mit Saatpunkt in Schnittvisualisierung - BSP?
- Was versteht man unter Resampling?
- Texturbasiertes Rendering?
- Bsp. für Kurvenintegral 2. Art
- Skalarpotential?