**TF-Editor** 

Benutzerhandbuch

Kleber Florian, 0025124 Informatikpraktikum I

Betreuer: Matej Mlejnek

# Inhaltsverzeichnis

1Einleitung	3
2Dateiformate	3
3Technische Voraussetzungen	3
4Installation	4
5Bedienung	5
5.1, Hauptfenster"	5
5.1.1TF-Function-Style 1	6
5.1.1.1Editierung der Opacity-Transferfunction	7
5.1.1.2 Editierung der Farbkanäle	8
5.1.2TF-Function-Style 2	9
5.1.3Einschränkungen	10
5.1.4Auflösung in x-Richtung	10
5.1.5Skalarwerte – Betrag des Gradienten	10
5.1.6Shading Properties	11
5.1.7Render	11
5.2 "Bildfenster"	12
5.3Fenster mit "Gradientensphere"	13
5.4Color Mapping der Sphere	14
5.5Rauschentfernung beim Mapping der Gradienten	15
6Beispiel einer Sphere.	16
7Typisches Gesamtbild	17

# 1 Einleitung

Das Programm "TF-Editor" ermöglicht ein 'Direct Volume Rendering' von Volums-Datensätzen. Es werden zwei unterschiedliche Dateiformate unterstützt.

Der Benutzer kann anhand zweier möglicher Darstellungsarten Transfer-Functions definieren, und anhand dieser die Datensätze rendern. Weiters gibt es noch die Möglichkeit anhand einer Kugel auf dessen Oberfläche die Häufigkeit der Gradienten mittels Color Mapping aufgetragen wird, jene Gradienten auszuwählen, die gerendert werden sollen.

Die einzelnen Funktionen des Programms werden anschließend genau erklärt.

## 2 Dateiformate

Vom Programm werden zwei Dateiformate, die Volums-Datensätze enthalten, unterstützt:

-) \*.dat Dateien. Das Datenformat besteht aus einem 6-Byte großem Header, der die Dimensions in alle Raumrichtungen angibt (x-Dim.; y-Dim.; z-Dim) Dann folgen die eigentlichen Daten. Diese sind belegen für einen Voxel-Wert jeweils 2 Byte. Es werden aber immer nur die ersten 12 bit verwendet.

-) \*.vol Dateien. Dieses Dateiformat besteht aus einem Header, dessen Größe 10 000 Bytes beträgt. Die ersten 5 Byte identifizieren das File als ein "Volume-File" (mdvol). 1 Byte ist ein Versions Indikator. Die nächsten 4 Bytes (1 Integer) geben die Gesamtlänge des Headers an. Danach folgen die Dimensionen in x-, y-, und z-Richtung als drei Integerwerte (je 4 Byte, in Pixel). Es folgen drei Floatwerte, die die physikalischen Dimensionen beschreiben (3 byte, je ein byte für x-, y-, und z-Richtung in [mm]). Drei weitere Charakters spezifizieren die Farbinformation ('g08' 8-bit Grauwerte; 'g16' 16bit Grauwerte; 'c24' 24 bit Farbwerte). Nach dem Ende des Headers folgen die Datenwerte in der Ordnung x/y/z bzw. r/g/b/x/y/z.

Eine genauere Beschreibung der Dateiformate ist aus dem jeweiligen Header einer Beispieldatei zu entnehmen, bzw. dem Wartungshandbuch.

Das Programm wurde mit diesen zwei Arten von Dateiformaten getestet. Notwendige Änderungen, um weitere Dateiformate implementieren zu können, sind dem Wartungshandbuch zu entnehmen.

### 3 Technische Voraussetzungen

Das Programm wurde mit den Testdatensätzen auf einem PIV, 1.8GHz, 256 MB RAM getestet (und ebenfalls entwickelt).

Notwendige Bibliotheken (bzw. Dynamic Linked Libraries) sind jene des Visualisation Toolkits und von QT. Enwtickelt und getestet wurde mit der Version 4.2 des Visualisation Toolkits, und der Version 3.1.1 von Qt.

Aktuelle Versionen von VTK findet man auf <u>www.vtk.org</u>. Sämtliche Packages stehen auf <u>www.vtk.org/get-software.php</u> zur Verfügung.

Qt findet man auf <u>www.trolltech.com</u>. Die Adresse zum Download der Packages lautet <u>www.trolltech.com/download/index.html</u>.

### 4 Installation

Das kompilierte Programm zusammen mit den benötigten dll's in einen Ordner kopieren. Ausführen von tfcreat.exe. Viel Spaß beim Rendern.

Benötigte dll's:

- -) qt-mtedu311.dll (qt)
- -) vtkCommon.dll
- -) vtkFiltering.dll
- -) vtkRendering.dll
- -) vtkImaging.dll
- -) vtkjpeg.dll
- -) vtkGraphics.dll
- -) vtkIO.dll

Sämtliche aufgezählten dll's sind unter den in Punkt 3 angegebenen Links erhältlich.

Um das Programm selbst kompilieren zu können, benötigt man noch zusätzlich die Header-Files, und die Lib-Files der jeweiligen Bibliotheken (ebenfalls bei den Packages von VTK und Qt integriert, und erhältlich unter den angebenen Links). Je nach Developer Umgebung sind die einzelnen Pfade dementsprechend zu setzen. (Ein entsprechendes Projectfile für Visual Studio 6.0 ist beim Source-code Package des Programms enthalten)

# 5 Bedienung

Nach dem Starten des Programmes TFCreat.exe erhält man drei Fenster. Das Hauptfenster zum Definieren der Transfer Function, Histogramm-Anzeige, usw. Weiters ein Fenster mit einer Sphere, auf deren Oberfläche mittels Color-Mapping die Häufigkeit der Gradienten gemappt wird (gemeint ist die Ausrichtung der Gradienten). Im letzten Fenster wird das Ergebnis des gerenderten Datensatzes dargestellt.

Auf die einzelnen Funktionen wird im folgenden eingegangen.

### 5.1 "Hauptfenster"

Das Hauptfenster enthält eine Menüzeile mit den beiden Einträgen "File" und "Help". Unter dem Eintrag "File2 existieren folgende Optionen:

-) Load Image

Öffnet einen beliebigen MR-Datensatz, dessen Format einem jenen aus Punkt 2 beschriebenen entspricht.

-) Save Image

Speichern des Ergebnisbildnis eines gerenderten MR-Datensatzes im TIFF Formatieren

-) Load TF

Laden einer zuvor gespeicherten Transfer function.

-) Save TF

Speichern einer beliebig definierten Transfer function. Es wird nur der aktuell dargestellte "Style" der Transferfunction gespeichert.

Zum derzeitigen Entwicklerstand beinhaltet der Menüeintrag "Help" nur einen "About" Eintrag. Eine On-line Hilfe steht also nicht zur Verfügung.

Auf der linken Seite des Fensters befinden sich Optionen um die Transferfunction zu bearbeiten. Weiters gibt es noch die Möglichkeit, das Beleuchtungsmodell zu verändern. Die Handhabung wird im folgenden bei der Beschreibung der beiden Transferfunction "Styles" beschrieben.

Beim ersten Style wird eine Opacity-Transferfunction definiert, mittels der die einzelnen Datenwerte auf eine Opazität gemappt werden. Direkt darunter werden 3 weitere Opazitätsfunktionen definiert, die jeden Farbkanal einzeln behandelt (R,G,B).

### 5.1.1 TF-Function-Style 1



Nach dem Öffnen der Beispieldatei Lobster ergibt sich das oben dargestellte Bild. Im Hintergrund der Transferfunction wird das Histogramm für den Dateisatz eingeblendet. Mittels des Schiebereglers auf der rechten Seite lässt sich das Histogramm in y-Richtung "zoomen". Dies hat den Effekt, dass bei jenen Datenwerten deren Häufigkeit zu gering wäre (Länge im Histogramm wäre kleiner als ein Pixel), ebenfalls dargestellt werden können, ohne Information über die Werte der häufigeren Auftretenden Datenwerte zu verlieren.

Wie im vorigen Punkt beschrieben, können bei diesem "Style" im oberem Diagramm den einzelnen Datenwerten Opazitätswerte mittels einer beliebig definierbaren Funktion zugeordnet werden. Im weiterem existiert ein zweites Diagramm, indem die Farbkanäle (R,G,B) einzeln bearbeitet werden können.



#### 5.1.1.1 Editierung der Opacity-Transferfunction

Um eine beliebige Transferfunction zu definieren stehen einem die Möglichkeiten

- -) Add Point
- -) Remove Point
- -) Move Point

zur Verfügung.

Die y-Skala, die der Opazität entspricht, hat einen Bereich von 0 bis 1.

Der Bereich der x-Skala, der den Datenwerten entspricht, ist vom jeweiligen Datensatz abhängig.

Um nun einen Punkt der Transferfunction zu verschieben, wählt man auf der rechten Seite des Hauptfensters die Option "Move Point" aus. Nun bewegt man den Mauszeiger zu dem jeweiligen Punkt den man bewegen möchte, klickt mit der linken Maustaste auf diesen (hält diese aus gedrückt), und verschiebt ihn an eine beliebige Stelle.

Will man einen "überflüssigen" Punkt aus der Transferfunction entfernen, wählt man lediglich die Option "Remove Point", und klickt mit der linken Maustaste auf den zu entfernenden Punkt.

Um neue Punkte einzufügen, wählt man die option "Add Point" aus. Mittels klicken mit der linken Maustaste im Diagramm, erzeugt man an der jeweiligen Koordinate des Mauszeigers einen neuen Kurvenpunkt.

Die Kurve wird jeweils automatisch angepasst. Um eine geeignete Transferfunction zu finden, ist das Histogramm im Hintergrund hilfreich.

#### 5.1.1.2 Editierung der Farbkanäle



Die einzelnen Farbkanäle des Diagrammes werden genauso editiert, wie die Opacity-Transfer function. Jedoch muss man auf der linken Seite unter den Optionen

- -) R (für Rot)
- -) G (für Grün)
- -) B (für Blau)

wählen, welche Kurve man editieren möchte. Die Funktionalität ist genau jene, wie im vorigen Punkt beschrieben.



### 5.1.2 TF-Function-Style 2



Anhand von Style 2 wird dem Benutzer ermöglicht, die Opazität und die Farbinformation in einem Diagramm festzulegen.

Die Y-Skala entspricht hier wieder der Opazität, und hat einen Bereich von 0 bis 1 (0 entspricht dabei "durchsichtig", und 2 entspricht "undurchsichtig"). Bei der definierten Transferfunction wird einem Datenwert mittels des Ywertes der Funktion eine Opazität zugeordnet. Der Farbwert entspricht nun der Farbe des jeweiligen Kurvenpunktes. Farbwerte zwischen zwei Punkten werden linear im RGB-Farbraum interpoliert.

Das Einfügen, Bewegen und Löschen wird wie im TF-Function-Style1 Modus realisiert (für eine Beschreibung siehe Punkt 5.1.1.1). Der Farbwert des eingefügten Punktes entspricht der Farbe im Kästchen rechts neben dem Button Color (im Beispielbild rot). Zum Ändern der Farbe öffnet sich ein Dialog, anhand dessen man eine beliebige Farbe auswählen kann (entweder "Farbe" auswählen, oder genauen RGB-Wert festlegen).

Will man den Farbwert eines Punktes im Nachhinein verändern, wählt man wie oben eine Farbe aus, und klickt mit der rechten Maustaste auf den zu ändernden Punkt (der Mittelpunkt muss "ziemlich2 genau getroffen werden).

#### 5.1.3 Einschränkungen

Da der gesamte Bereich über alle Datenwerte definiert sein muss, ist es nicht möglich den ersten oder letzten Punkt der Funktionen zu löschen (in jedem der beiden Styles). Diese können auch nur in der y-Richtung verschoben werden, um nicht durch unkontrolliertes Plazieren einen Wertebereich undefiniert zu lassen.

Es ist auch nicht möglich einen Kurvenpunkt in x-Richtung über einen anderen zu verschieben, da das ebenfalls undefinierte Transferfunktionen zur Folge hätte.

#### 5.1.4 Auflösung in x-Richtung



Der Bereich der x-Achse entspricht direkt nach dem Öffnen eines Bildes dem Bereich der Datenwerte ( also zum Beispiel beim Datensatz Lobster.dat 0 bis 4096). Um die Funktionen "genauer" definieren zu können, kann man anhand der Auswahl unter dem Diagramm die Auflösung entsprechend verändern, und daher den Wertebereich in x-Richtung "zoomen". Dabei wird natürlich nur mehr ein Ausschnitt der gesamten Funktion dargestellt. Allerdings kann man anhand des Schiebereglers unter den Diagrammen den gesamten Bereich "durchscrollen".

#### 5.1.5 Skalarwerte – Betrag des Gradienten

Auf der rechten Seite des Hauptfensters kann man die Option wählen, ob die Bezugsachse in x-Richtung bei den Diagrammen den Skalarwerten oder den Werten des Betrags der Gradienten entspricht. Das Histogram wird je nach Auswahl interaktiv angepasst.

#### 5.1.6 Shading Properties

Diffuse [%]	
70	\$
Ambient [%]	
1	\$
Specular [%]	
29	\$
SpecularPower [%]	
70	\$

Ebenfalls lässt sich das Beleuchtungsmodell vom Benutzer einstellen. Es werden einem die Möglichkeiten die Koeffizienten für Diffuse, Ambient, Specular und Specular Power zu verändern.

#### 5.1.7 Render

Durch Drücken des Button "Render…" wird das Bild mit den aktuellen Einstellungen gerendert.

#### 5.2 "Bildfenster"

In einem eigenem Fenster wird das gerenderte Bild dargestellt.



Durch drücken der linken Maustaste und bewegen der Maus, lässt sich die Kameraeinstellung interaktiv verändern.

#### 5.3 Fenster mit "Gradientensphere"

Innerhalb dieses Fensters existiert eine Sphere, auf dessen Oberfläche die Häufigkeit der Gradienten, mittels Color Mapping aufgetragen wird. Ausschlaggebend ist die Richtung der Gradienten. Gradienten die einen Betrag unter einer bestimmten Länge haben können ausgeblendet werden (dies ermöglicht das Entfernen von Rauschen).



Anhand des Beispielbildes lässt sich erkennen, dass jene Bereiche die der Farbe Schwarz entsprechen keine bzw. nur sehr wenig Gradienten in diese Richtung zeigen. Der Farbübergang ist von Schwarz (keine Gradienten an dieser Stelle) zu Weiß (an jener Stelle befinden sich die meisten Gradienten), linear (Grauwerte, die mehr oder weniger Gradienten entsprechen, je nach Sättigung). Die Kameraeinstellung lässt sich wie im vorigen Punkt beschrieben ebenfalls interaktiv verändern.

Nun kann man mittels der Maus und der Taste "p" ("picken") jene Gradienten auswählen, die gerendert werden sollen. Dazu plaziert man die Maus auf jenen Bereich, der ausgewählt werden soll, und drückt die Taste "p". Um die ausgewählten von den inaktiven Bereichen zu unterscheiden wird auf einen roten Farbwert gemappt. Nun werden nur Voxel mit ihren entsprechenden Skalarwerten gerendert, deren Gradienten innerhalb des ausgewählten Bereichs der Sphere sind. Die Funktion der Transfer-Function bleibt vollständig erhalten.

Um das Picken zu erleichtern kann man zwischen drei Radien wählen. Nämlich durch Auswahl mittels der Radiobuttons "5", "10" und "15" die jeweils einer Fläche von ca. 5° bis 15° entsprechen.

Sphere	- Selection Radius
⊙ 5	
0 10	
0 15	

Die Koordinaten der Position der ausgewählten Teiloberfläche die mit der Maus gepickt wird, wird im linken unteren Fensterfläche angezeigt.

Möchte man die Sphere zurücksetzen, so kann dies über den Button "Clear Sphere..." erfolgen.

#### 5.4 Color Mapping der Sphere

Im Hauptfenster gibt es noch die Möglichkeit, das Color-Mapping entsprechend zu Verändern.

Dabei kann festgelegt werden, dass alle Skalarwerte unterhalb einer bestimmten Grenze auf Schwarz gemappt werden, und alle oberhalb einer bestimmten Grenze auf Weiß. Dies dient dazu, um interessante Bereiche aufzuhellen (sichtbarer zu machen), und uninteressante abzudunklen.



Anhand des obigen Beispielbildes kann man erkennen, dass die beiden Grenzen mittels der Sliders ober- und unterhalb der Grafik zu verändern sind (nach Bedarf). Das Mapping zwischen oberer und unterer Grenze ist linear. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass lediglich das Color-Mapping verändert wird. Das heißt, ist durch ein Rauschen ein Bereich besonders aufgehellt, so wird dieser durch Erhöhen der unteren Grenze nicht abgedunkelt, da der Betrag der Gradienten hier nicht mit einfließt, sondern lediglich die Anzahl.

### 5.5 Rauschentfernung beim Mapping der Gradienten

Wie im vorherigen Punkt bereits Beschrieben kann man nicht Gradienten deren Betrag eine gewisse Länge nicht übersteigt, und somit vermutlich ein Rauschen darstellt "ausblenden".

Um auch dies zu ermöglichen wurde folgende Möglichkeit geschaffen, das Mapping der Gradienten auf die Sphere "realistischer" zu machen:



Mittels des "Gradient length filtering2 besteht die Möglichkeit Gradienten mit einem Betrag "geringerer" Länge beim Mapping auf die Sphere nicht zu berücksichtigen. Die Filterfunktion ist im oberen Bild grafisch dargestellt. Mittels des Schiebereglers kann die Grenze dynamisch adaptiert werden. Das ausfiltern bezieht sich immer auf den längsten Gradienten. Steht der Schieberegler zum Beispiel in der Mitte werden alle Gradienten deren Länge kleiner als die Hälfte des längsten Gradienten ist beim Mapping nicht berücksichtigt.

Da dieser Prozess zu rechenaufwendig ist, um die Sphere interaktiv anzupassen, wurde ein "Update Sphere…" Button geschaffen, durch den das Mapping aktualisiert wird.

Update Sphere
Clear Sphere

Der Button "Button Clear Sphere…" dient dazu die Sphere rückzusetzen, falls man die ausgewählten Bereiche ändern möchte.

### **6** Beispiel einer Sphere

Als Beispiel wurde zur Demonstration ein Datensatz mit einer Kugel gewählt:



Anschließend wurde mittels der Möglichkeit einen bestimmten Bereich auf der Sphere auszuwählen diese nocheinmal unter den gleichen Einstellungen der Transfer-Function gerendert.



Wie man gut erkennen kann, wurde dann nur mehr ein Viertelkreis dargestellt, und der Rest durch die Selektion nicht mehr dargestellt.

# 7 Typisches Gesamtbild

Ein typisches Bild während der Arbeit mit einem Datensatz wäre folgendes Beispielbild:



Es zeigt den gerenderten Datensatz, das dabei entstehende Histogram für die Gradienten, und die Transfer-Functions. Ebenfalls ersichtlich ist die Funktion, die das Color-Mapping definiert.