

Kurzbeschreibung Interdisziplinären Projekts „WriteBird“

Carlos Camino

27. März 2013

1 Einführung

Die elektronische Handzeichnung bietet eine intuitive Schnittstelle mit dem Modellbau. Dabei wird der Verlauf der Maus oder eines speziellen Stiftes über eine, mit Sensoren versehene, Zeichenfläche verfolgt und in Form von Punkten gespeichert. Die gespeicherten Punkte werden durch die Software durch Linien und Kurven verbunden, so dass deren Verlauf den der Maus bzw. des Stiftes ähnelt.

Hierfür existieren verschiedene Methoden. Die einfachste ist wohl, dass man die gespeicherten Punkte durch gerade Segmente, sogenannte Polygonzüge, verbindet. Diese Methode ist aus folgenden Gründen vorteilhaft:

- Sie ist sehr leicht zu implementieren.
- Der Rechenaufwand ist minimal.
- Die Abweichung zwischen der von dem Nutzer gezeichneten Kurve und der von der Software generierten Zeichnung ist minimal, da die gespeicherten Punkte direkt verbunden werden.

Andererseits gibt es auch Nachteile in dieser Methode:

- Das entstehende Bild ist nicht glatt, sondern besitzt unerwünschte Ecken.
- Um das Ergebnis glatter zu machen, besteht die Möglichkeit den zeitlichen Abstand zwischen den Punkten zu reduzieren. Die Folge wäre jedoch eine erhöhte Menge an benötigtem Speicherplatz.
- Ist die Aufnahme der Punkte durch die Sensoren nicht akkurat, so entsteht ein verzerrtes Bild mit Zacken.

Weitere Methoden benutzen sogenannte Splines, um glatte Kurven darzustellen. Dabei nutzt man die Punkte als Stützpunkte und generiert, mithilfe von Polynomen, parametrisierte Kurven die zwar weniger präzise sind als das bloße Verbinden der Punkte, dafür aber viel ästhetischer erscheinen.

2 WriteBird

WriteBird ist eine Software für elektronische Tafeln, die es erlaubt, Tafelinhalte als PDF-Dateien zu exportieren. Sie arbeitet vektororientiert und wurde in Java implementiert. In WriteBird wurde die oben beschriebene Methode mit Polygonzügen umgesetzt. Dieses Projekt ist von Martin von Gagern und wird am Lehrstuhl für Geometrie und Visualisierung von Prof. Richter-Gebert entwickelt und eingesetzt.

3 Das Projekt

Im Rahmen dieses Projekts soll ein optimierter Ansatz für die Darstellung von Kurven für WriteBird implementiert werden. Die zwei dabei zu verfolgenden Ziele sind folgende:

1. Das Programm soll „on the fly“ arbeiten, das heißt, dass der Benutzer schon beim Zeichnen bereits die entstehende Kurve beobachten kann.
2. Zudem soll das Programm so optimiert werden, dass nicht alle Punkte gespeichert werden. So wird, durch das löschen strategisch gewählter Stützpunkte, die Kurve minimal verändert.

Die zu implementierende Methode basiert auf den Artikel Realtime Spline Curves from Interactively Sketched Data von Michael Banks und Elaine Cohen (siehe [1]). Dort wird eine Methode beschrieben, mit der man Kurven in Echtzeit produzieren kann. Diese erlaubt es, die gezeichneten Kurven mit einer angemessenen Genauigkeit darzustellen ohne die gesamte Menge an Kontrollpunkten zu benötigen. Diese Methode baut auf zwei weiteren Ansätzen auf, die 1987 von Tom Lyche und Knut Mørken (siehe [2] und [3]) veröffentlicht wurden.

Die erste Methode von Lyche und Mørken [2] stellt eine Strategie dar, um die Anzahl der Knoten und somit die der Stützpunkten von B-Splines zu reduzieren, so dass die Verzerrung der Kurve kleiner als eine gegebene Toleranzgrenze ist. Die Rolle, die hier die B-Splines einnehmen, ist die einer Approximation einer Funktion von der man nur eine bestimmte Menge von Punkten kennt. Sie beschreiben einen Algorithmus, der den Knoten Gewichte zuordnet, um zu entscheiden welche entfernt werden können. Die zweite Methode von ihnen [3] beschreibt, wie das Entfernen der Knoten funktioniert. Beide Methoden werden von Banks [1] für die Optimierung der Kurve eingesetzt.

Der Algorithmus, der den Knoten Gewichte zuordnet, beruht auf die Lösung eines Optimierungsproblems (ein sog. spezielles l^∞ -Problem) der folgenden Form:

$$\min_c \|Bc - b\| ,$$

wobei $b \in \mathbb{R}^n$, $c \in \mathbb{R}^{n-1}$ und $B \in \mathbb{R}^{n \times (n-1)}$. Aus diesem Grund wurde die Vorlesung *Nichtlineare Optimierung: Grundlagen* bei Prof. Vexler als vorbereitende Vorlesung vorgeschlagen.

Literatur

- [1] M. Banks, E. Cohen *Realtime Spline Curves from Interactively Sketched Data*. 1990.
- [2] T. Lyche, K. Mørken *A Data-Reduction Strategy for Splines with Applications to the Approximation of Functions and Data*. 1987.
- [3] T. Lyche, K. Mørken *Knot removal for parametric B-spline curves and surfaces*. 1987.