

FADE: Graph Drawing, Clustering, and Visual Abstraction

Der Fade Algorithmus beschreibt eine Möglichkeit Force-Directed-Drawing Algorithmen zu Beschleunigen durch Verwendung von Quad-Trees.

Directed-Force-Drawing

Bei Directed-Force-Drawing werden Zeichnung von Graphen erzeugt, indem sich Knoten gegenseitig abstoßen (**Non-Edge-Forces**), verbundene Knoten sich aber gleichzeitig anziehen (**Edge-Forces**). Ausgehend von einer Ausgangs-Zeichnung werden nun die Kräfte iterativ berechnet und angewandt, bis die Zeichnung konvergiert, d.h. sich ein Kräftegleichgewicht eingestellt hat.

Diese Zeichenalgorithmen erzeugen häufig gutes **Clustering**, d.h. stark verbundene Untermengen von Knoten befinden sich nahe bei einander und entfernt von anderen stark verbundenen Untermengen.

Quad-Trees

Quadtrees sind eine Ordnung auf dem Graphen die wie folgt erzeugt werden: Der Graph wird in 4 Teile geteilt, befinden sich in einem der Teile mehr als ein Knoten wird dieser wieder in 4 Teile geteilt, bis jeder Teil maximal einen Knoten enthält. Diese Teilungen erzeugen nun einen Baum, bei dem jeder Nichtblattknoten genau 4 Kinder enthält.

Für diesen Algorithmus speichern wir uns in den Baumknoten die Anzahl Graphknoten die sich „unter“ diesem Knoten befinden, sowie deren mittlere Position.

FADE

FADE erweitert einen beliebigen Directed-Force-Drawing Algorithmus nun derart, dass bei jedem Iterationsschritt ein Quadtree des Graphen erstellt wird und die Non-Edge-Forces nun nicht mehr zwischen allen Knoten berechnet wird, sondern zwischen den Graphknoten und Pseudoknoten des Quad-Tree. Dies geschieht indem die Distanz zwischen Graphknoten und dem Pseudoknoten des Baums (Beginnend mit der Wurzel) berechnet wird.

Falls dieser „nahe“ ist, wird der Baumknoten „entpackt“ und der Graphknoten führt die Kräfteberechnung mit den 4 Kindern des Knotens durch.

Falls dieser nicht „nahe“ ist, wird die normale Kräfteberechnung für Non-Edge-Forces des Directed-Force-Drawing Algorithmus verwendet und die resultierende Kraft mit der Anzahl Knoten, die der Pseudoknoten repräsentiert multipliziert.

„Nahe“ bedeutet hierbei, dass das Verhältnis von Zellenbreite des Knotens im Quad-Tree zur Distanz zwischen Graphknoten und Pseudoknoten kleiner als ein Schwellenwert θ (einfach Kandidaten sind $\sqrt{2}$ und 1) ist.

Auswertung

FADE beschleunigt die Zeichnung von Großen Graphen erheblich, insbesondere wenn die die Kantenzahl linear in der Knotenzahl ist, da nur $n \cdot \log(n)$ statt n^2 Non-Edge-Force Berechnungen nötig sind.

Des Weiteren kann der Quad-Tree zu abstrakteren Zeichnungen des Graphen verwendet werden, allerdings spezifiziert FADE hierbei nicht, unter welchen Bedingungen Kanten zwischen den Pseudoknoten existieren.

Der Algorithmus geht von punktförmigen Knoten aus, kann aber auf einheitliche, größere Knoten erweitert werden.

Die Struktur der Zeichnung bleibt bei kleineren Änderungen (einfügen einzelner Knoten) weitgehend unverändert.