

Mandelbrot-Projekt Schlussrapport

Projekt-Information:

Unser Mandelbrot-Projekt ist ein Programmierprojekt in der JavaScript Sprache, welches mithilfe der P5 Bibliothek geschrieben wurde. Im Programm wird das Mandelbrot Fraktal in der Gausschen-Zahlenebene ausgerechnet und gezeichnet. Mithilfe verschiedener Features kann man dieses Fraktal dann genauer untersuchen, Informationen darüber sammeln und es auf verschiedene Arten darstellen lassen.

Anforderungen:

Das Ziel des Projekts ist ein Programm zu schreiben, welches die Mandelbrot-Menge darstellt. Zusätzlich sollte man noch die Möglichkeit haben, in das Bild hereinzoomen zu können. Als Extra-Features sollte man verschiedene Attribute wie den Schwellenwert und die Farben ändern können, das Bild bewegen können und noch weiteres.

System-Architektur:

Wie schon vorher erwähnt, ist das Programm mit der JavaScript Sprache geschrieben. Als Hilfe wurde die P5 Bibliothek gebraucht. Die Hauptfunktionen des Programms sind die Funktionen `setup()`, `draw()`, `mousePressed()`, `mouseReleased()`, `mouseWheel()` und `keyPressed()`. All diese Funktionen sind Teil der P5 Bibliothek. Alle anderen Funktionen werden in diesen 6 Funktionen aufgerufen, sei das direkt im Code, oder indirekt durch Knöpfe, welche durch diese Funktionen erstellt werden. Das Mandelbrot wird hauptsächlich durch 6 Funktionen und 4 Variablen ermöglicht. Die 4 Variablen, welche als `xmin`, `xmax`, `ymin` und `ymax` bezeichnet sind, bestimmen die Grenzen der sichtbaren Gausschen Zahlenebene. Die 4 Funktionen `realToPixel(r)`, `imToPixel(i)`, `pixelToRe(p)` und `pixelToIm(p)` wandeln Pixelkoordinaten in Komplexe Zahlen um und umgekehrt. Diese Funktionen arbeiten mit den 4 vorher genannten Variablen. Die Funktion `drawMandelBrot()` ist die Funktion, die das Mandelbrot selber ausrechnet und einfärbt. In der Funktion wird jeder Pixel mithilfe von 2 Schleifen durchgegangen. Mit der Funktion `isPartOfMandelbrotSet(z)` wird herausgefunden, ob der Pixel zur Mandelbrot-Menge gehört. Falls der Pixel nicht Teil der Menge ist, wird dieser Pixel mithilfe der Anzahl Iterationen, die nötig waren, um herauszufinden, dass der Pixel nicht zur Menge gehört, eingefärbt. Je nach Einfärbungsmethode werden zusätzlich noch mehr Informationen gebraucht, wie z.B. die letzte Komplexe Zahl der Folge. Die Rechnungen mit den Komplexen Zahlen sind ermöglicht durch die `ComplexNumber` Klasse. Mit dieser Klasse kann man Komplexe Zahlen zusammenaddieren, multiplizieren, quadrieren und deren Betrag ausrechnen.

Es gibt mehrere Arten, um in das Bild rein zu zoomen oder es zu verschieben. Auch wird es ermöglicht den Zoom und die Verschiebung per Knopfdruck zurückzusetzen, oder die Seitenverhältnisse zu korrigieren, falls diese verzerrt wurden. All dies funktioniert indem man die 4 Variablen ändert, welche die Grenzen der Komplexen Ebene angeben. Wenn man will, kann man diese Intervalle auch manuell per Input-Feld ändern.

Auch ermöglichen Input-Felder die Veränderung des Schwellenwerts und der Beschränktheit. Der Schwellenwert gibt die Anzahl Iterationen an, ab dem man ein Pixel als Teil der Mandelbrot-Menge zählt. Ein höherer Schwellenwert gibt ein genaueres Bild, jedoch hat ein höherer Schwellenwert auch eine höhere Berechnungszeit. Die Beschränktheit gibt an, ab welchem Betrag einer Komplexen Zahl der Pixel nicht mehr Teil der Mandelbrot-Menge ist.

Das Programm bietet 2 verschiedene Arten das Mandelbrot einzufärben. Man kann den RGB-Modus brauchen, bei dem es einen Art Farbverlauf braucht. Neben dem RGB-Modus gibt es auch den HSB-Modus. Beim HSB-Modus braucht es hauptsächlich eine Farbe, welche dunkler wird, je mehr Iterationen es hat. Bei beiden Farb-Modis kann man die Farbwerte mit Slidern ändern.

Wenn die Maus auf dem Bild ist, wird der Pfad der Zahlenfolge, mit den Mauskoordinaten als Startpunkt, angezeigt. Per Input-Feld kann man die Anzahl Folgeglieder ändern, welche angezeigt werden. Die

Mauskoordinate wird in einer Komplexen Zahl unten rechts auf dem Bild angezeigt. Auch kann man auf dem Bild die Achsen mit Koordinaten sehen. Diese 3 Features kann man in den Optionen ein-/ausschalten.

Das Programm kann nicht nur das Mandelbrot darstellen, sondern auch die Julia-Mengen. Man kann durch die Veränderung der Komplexen Zahl c , welche in der Zahlenfolge addiert wird, alle Julia-Mengen anzeigen. Alle Features, welche bei der Mandelbrot-Menge vorhanden sind, sind auch bei den Julia-Mengen präsent.

Letztlich kann man per Knopfdruck das Bild als PNG-Datei exportieren. Ausserdem wird die Berechnungszeit für das letzte Bild rechts vom Bild angezeigt.

User Manual:

Ganz oben sieht man das Bild, auf welchem das Mandelbrot gezeichnet ist. Zusätzlich wird auf dem Bild der Pfad, die Achsen und die Mauskoordinate angezeigt. Rechts vom Bild steht ein Text, auf dem man die Berechnungszeit für das letzte Bild sehen kann. Mit der Maus kann man mit dem Linksklick per Click and Drag ein Bereich auswählen, der dann vergrössert angezeigt wird. Mit Rechtsklick kann man einen Punkt in die Mitte des Bildes verschieben. Mit den Pfeiltasten kann man das Bild beliebig bewegen. Das Mausrad ermöglicht es im Bild auf einen Punkt rein oder raus zu zoomen. Mit 2 Knöpfen unterhalb des Bildes kann man in die Mitte reinzoomen oder rauszoomen. Unter dem Punkt «Intervalle» befinden sich 4 Input-Felder, mit denen man die Grenzen der Gaussschen Zahlenebene beliebig ändern kann. Bei «Schwellenwert» und bei «Beschränktheit» kann man den Schwellenwert bzw. die Beschränktheit per Input-Feld ändern. Beim Bereich «Farben» hat man 2 Farb-Modis zur Auswahl. Bei beiden hat man zusätzlich noch Slider, die es ermöglichen, die Farben weiter zu personalisieren. Die Farben der Slider dienen als Vorschau. Bei «Interface» kann man auswählen, ob man den Pfad, die Mauskoordinaten oder die Achsen angezeigt haben will. «Funktionen» bietet die Möglichkeit das Bild zu zentrieren, die Seitenverhältnisse zu korrigieren, falls diese durch den Click and Drag Zoom verzerrt wurden, und das Bild als PNG zu exportieren. Unter dem Punkt «Pfad» kann man die Anzahl Folgeglieder ändern, welche auf dem Bild angezeigt werden. Letztlich bietet der Punkt «Julia Sets» die Möglichkeit, Julia-Mengen, mit verschiedenen Komplexen Zahlen als den Parameter c , auszurechnen und anzuzeigen. Die Komplexe Zahl c kann man per Input-Feldern selber auswählen. Auch kann man die Julia-Mengen anzeigen, indem man auf die Taste «J» drückt. Bei dieser Methode wird die Komplexe Zahl c mit der Mauskoordinate definiert. Beim erneuten Drücken der Taste wird wieder das Mandelbrot angezeigt.

Probleme & Änderungen:

Mit den Standard-Features hatten wir keine Probleme, weswegen wie diese recht schnell hatten. Deswegen entschieden wir uns weitere Features hinzuzufügen, welche gar nicht als Anforderung galten. Probleme hatten wir vor allem mit dem RGB-Farbmodus. Wir wollten die gleichen Farben haben, wie man auf vielen Wikipedia Fotos zum Mandelbrot sehen kann. Dadurch stiessen wir auf ein Stack Overflow Post, in dem die Einfärbungsmethode erklärt wurde (der Link zu dem Post steht im Code auf Zeile 20 und 107). Bis wir dies verstanden und selber umgesetzt hatten, brauchte es ein bisschen Zeit. Auch war die Veränderung des RGB-Modus durch einen Slider eine Herausforderung, da wir eine Methode finden mussten, bei der die Farben danach noch einigermaßen schön aussahen. Letztlich dauerte die Style-Änderung der Sliders eine Weile, da wir zuerst herausfinden mussten, dass das CSS Element «-webkit-appearance» auf «none» gestellt werden muss, bevor man Änderungen vornehmen kann.

JSFiddle Link:

<https://jsfiddle.net/ShnyarNderim/dpukq4wa/275/>

