Werner Ziegelwanger

Terrain Rendering mit Geometrie Clipmaps für Spiele

Diplomica Verlag

Werner Ziegelwanger
Terrain Rendering mit Geometrie Clipmaps für Spiele

ISBN: 978-3-8428-1995-5
Herstellung: Diplomica® Verlag GmbH, Hamburg, 2012

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung

Geometrie Clipmaps sind eine moderne und aktuelle Technik, die für das Zeichnen von Landschaften in Echtzeit Verwendung findet. Der große Vorteil dieser Technik ist die Berechnung der Landschaft mit einer konstanten Bildwiederholungsrate, egal wie die Landschaft selbst geformt ist. Der Algorithmus dafür kann sowohl auf der CPU (Central Processing Unit) als auch auf der GPU (Graphics Processing Unit) berechnet werden und bietet somit größt mögliche Freiheit für den Entwickler.

Bis man aber zum Zeichnen der Landschaft kommt, muss man zuvor noch die Landschaft selbst generieren. Im Laufe der Zeit wurden viele unterschiedliche Ansätze und Methoden entwickelt, um Landschaften am Computer generieren zu lassen. In dieser Arbeit werden die wichtigsten dieser Algorithmen vorgestellt, implementiert und näher analysiert, um ihre Verwendbarkeit für Spiele zu evaluieren. Anders als bei grafischen Simulationen ist bei Spielen nicht nur die grafische Qualität ausschlaggebend. Vielmehr wird analysiert, inwieweit diese Algorithmen Daten liefern, welche auf von Spiele Designern oder Leveldesignern festgelegten Regeln basieren. Ideal wäre eine parameterisierte Erstellung von reallistischen Landschaften, die exakt den Wünschen der Designern entsprechen.

Nach dem automatischen Generieren der Höhendaten der Landschaft folgt dann das Zeichnen dieser Landschaft. Ein wichtiger Aspekt, vor allem hinsichtlich Spiele, ist die Performance und die grafische Qualität des resultierenden Bildes. Aus diesem Grund scheint die Wahl der Technik der Geometrie Clipmaps geradezu ideal. Diese können so eingestellt werden, dass sie zu einer akzeptablen Laufzeit die beste mögliche Qualität liefern. Gerade bei Spielen, die auf zahlreichen unterschiedlichen Systemen laufen sollen, ist diese Möglichkeit der Skalierung notwendig. Im Folgenden wird näher erläutert, wie man die Geometrie Clipmaps implementiert, worauf man achten muss und wie man bestimmte Algorithmen damit verwendet, die häufig in Spielen zum Einsatz kommen. Dafür gibt es zahlreiche Beispiele, wichtig ist vor allem eine präzise und schnelle Kollisionserkennung, welche für eine Interaktion mit dem Terrain notwendig ist und diverse andere Algorithmen wie zum Beispiel Sichtbarkeitstests oder das einfache Texturieren der Landschaft.

Neben dieser Arbeit sind auch zwei Referenzprogramme entstanden.

Zum einen ist das ein Konsolenprogramm, mit dem man über Parameter gesteuert Höhendaten einer Landschaft erzeugen kann. Dabei werden zahlreiche der hier vorgestellten Algorithmen verwendet. Dieses Programm bietet auch die Möglichkeit diese Höhendaten mittels Erosionsberechnungen zu verändern und somit noch realistischer aussehen zu lassen. Weiters ist es auch noch möglich sich automatisch eine Textur für das Terrain generieren zu lassen. Um auch dem Kontext

der Spiele gerecht zu werden berechnet das Programm noch zwei Karten, welche die Begehbarkeit und die Bebaubarkeit des Untergrundes repräsentieren. Mit diesen Karten sind in einem Spiel dann zum Beispiel schnelle Abfragen für die Wegfindung der KI (Künstlichen Intelligenz) möglich.

Das zweite Programm ist eine Implementierung der Geometrie Clipmaps und zeichnet die Landschaft. Diese ist über eine Karte aus Höhenwerten definiert, welche mit dem ersten Programm erstellt wurde. Das Programm texturiert die Landschaft über einen Shader. Zusätzlich ist dort auch eine schnelle Kollisionserkennung mit einem Würfel implementiert, der über die Landschaft bewegt werden kann.

Die Programme, samt Source Code, sind im Internet unter folgender Adresse zu finden: www.ziaglw.at/TerrainRendering

2 Relevante Literatur

Die dynamische Erstellung von Terrain wurde bereits in zahlreichen wissenschaftlichen Artikeln und Publikationen vorgestellt. Dabei sind unterschiedliche Ansätze entwickelt worden. B. Mandelbrot [21] beschreibt in seiner Arbeit die fraktale Geometrie von natürlichen Objekten wie auch der Landschaft. Durch diese Erkenntnis ergeben sich zahlreiche Möglichkeiten Terrain zu erzeugen. K. Stranger [20] fasst in seiner Arbeit die wichtigsten fraktalen Ansätze zusammen und erklärt die verwendeten Algorithmen. Weitere fraktale Algorithmen finden sich auch in den Arbeiten von C. Dachsbacher [19] und G. Snook [18]. Fraktale Ansätze führen zu sehr realistischen Landschaften, für Spiele benötigt man aber parameterisierte Terrains. Diese prozeduralen Ansätze gehen vor allem auf K. Perlin [16] zurück, der einen Algorithmus zur kontrollierten Erzeugung von Zufallszahlen entwickelt hat. Alle prozeduralen Algorithmen verwenden dabei einen durch Parameter gesteuerten Algorithmus, der auf Zufälligkeit beruht. Vorgestellt werden diese in den Arbeiten von C. Dachsbacher [19], G. Snook [18] und J. Olsen [17]. Eine spezielle Art der kontrollierten Erzeugung von Terrain durch Zufallszahlen und der Kombination mit künstlicher Intelligenz, sogenannter Software Agenten, wird von J. Doran und I. Parberry [15] näher dokumentiert. Schlussendlich gibt es noch einen neueren Ansatz, der mittels genetischer Algorithmen Landschaften erzeugt. Die Arbeiten von C. Cotta, M. Frade und F. de Vega [14] und T. Ong, R. Saunders, J. Keyser und J. Leggett [13] sind in diesem Bereich von Bedeutung. Die prozedurale Erzeugung von Landschaftstexturen wird von G. Snook [18] und C. Dachsbacher [19] beschrieben. Ein Onlineartikel [12] zu diesem Thema definiert hier zwei unterschiedliche Basisansätze solche Texturen zu erzeugen.

Geometrie Clipmaps stellen eine relativ neue Art des Terrain Renderings dar und wurden zum ersten Mal in einem Paper von F. Losasso und H. Hoppe [11] im Jahr 2004 vorgestellt. Wichtig für ihr Paper waren dabei vor allem die Arbeit von L. Williams [8] und C. Tanner, C. Migdal und M. Jones [9]. Dabei zeigen sie, dass mit einer Implementation auf der CPU ein Flug über das Terrain der USA bei 60 Frames pro Sekunde dargestellt werden kann. Im Buch GPU Gems 2 [10] veröffentlichte Hoppe dann zusammen mit A. Asirvatham einen Artikel mit einer genaueren Beschreibung der Technik und einer Implemention für die GPU. Dabei zeigen sie, dass man die Geometrie Clipmaps fast ausschließlich auf der GPU berechnen kann.

Da es zum Kontex Spiele und Geometrie Clipmaps noch keine wissenschaftlichen Artikel gibt, wird in dieser Arbeit der Zusammenhang näher analysiert. Als Basis für diese Analyse dient die Arbeit von J. Olsen [17] in der er spielerelevante Algorithmen genauer darstellt. Das sind zum einen Techniken zur Simulation von Erosion der Landschaft und zum anderen die Erzeugung von spielerelevanten Karten. Zur effizienteren Berechnung von Terrain spezifischen Algorithmen werden auch andere Möglichkeiten analysiert. Für grafisch relevante Algorithmen, zum Beispiel zur Berechnung von Raycasts, Culling Methoden oder Kollisionserkennung gilt das Buch von T.