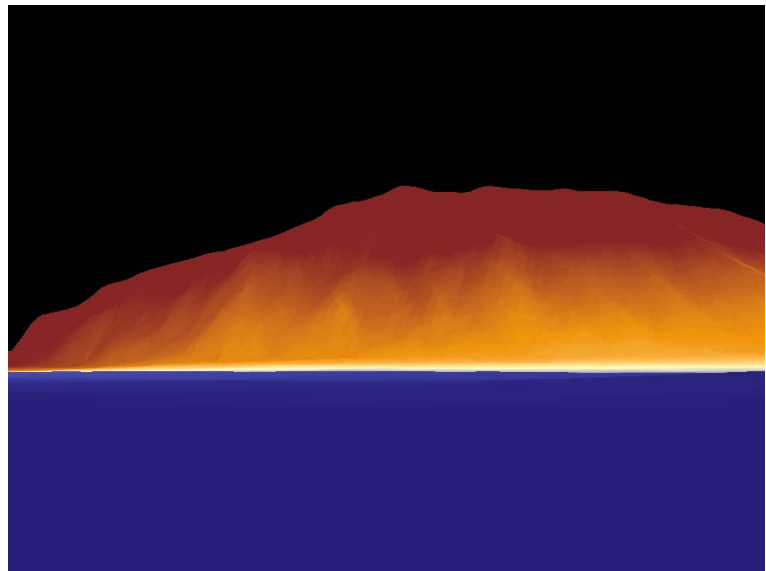




Bachelor-Thesis 2018

Tiefenkarten aus Smartphone-Fotos



Autor: Meyer Jonas

Examinator: Prof. Martin Christen,

Experte: Bernhard Draeyer

Tiefenkarten aus Smartphone-Fotos

Bei der Dokumentation von Naturgefahrenereignissen werden Smartphone-Fotos gegenwärtig intensiv genutzt. Die Quantifizierung der Ereignisse und Schäden erfolgt anhand von Kartierungen. Durch Wiederherstellung der dritten Dimension in zweidimensionalen Bildern lässt sich der Prozess zur Dokumentation von Naturgefahrenereignissen massiv vereinfachen. Auf das Bild gezeichnete Geometrieobjekte lassen sich effizient in Landeskoordinaten transformieren.

Schlagworte: Tiefenkarte, Smartphone, Terrain, DHM, Python, Numba, Rendering, Raytracing, Computergrafik, Bounding Volume Hierarchy

1. Aufgabenstellung

In Zusammenarbeit mit der Firma in-Terra GmbH als Projektpartner, soll ein Python-Programm entwickelt werden, welches für ein Bild die dritte Dimension wiederherstellt. Dazu wird eine Tiefenkarte basierend auf einem 3D-Modell, dem Aufnahmestandort sowie der Blickrichtung einer Bildaufnahme mittels Raytracing gerendert. Auf das Bild, bzw. die dahinterliegende Tiefenkarte, gezeichnete Geometrieobjekte, sollen anschliessend in 3D-Landeskoordinaten transformiert werden. Aufgrund der sehr hohen Rechenintensität von Raytracing, muss das Programm beschleunigt werden. Dies erfolgt mit dem JIT-Compiler Numba, durch Reduktion der Geometrie im 3D-Modell sowie durch die Implementierung der Beschleunigungsstruktur Bounding Volume Hierarchy (BVH).

2. Ablauf Programm

Das, in der Programmiersprache Python, entwickelte Programm kann in die folgenden Schritte unterteilt werden.

2.1. Datenaufbereitung

Datenaufbereitung meint in diesem Zusammenhang die Erstellung einer virtuellen Szene, da das Rendern einer Tiefenkarte eine solche benötigt. Dazu wird das DHM in eine Dreiecksvermaschung überführt. Die Gruppierung in «Bounding Volumes», zu Deutsch begrenzendes Volumen, und Speicherung als Baumstruktur, trägt zur Beschleunigung des Programms bei. Zusätzlich wird die Kamera modelliert und in der Szene platziert.

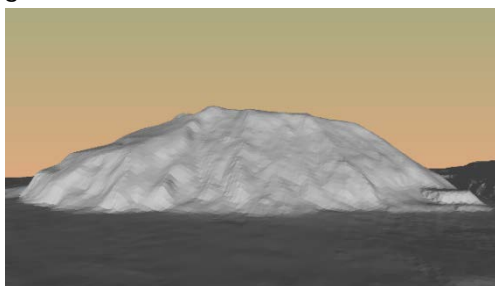


Abb. 1: trianguliertes Höhenmodell

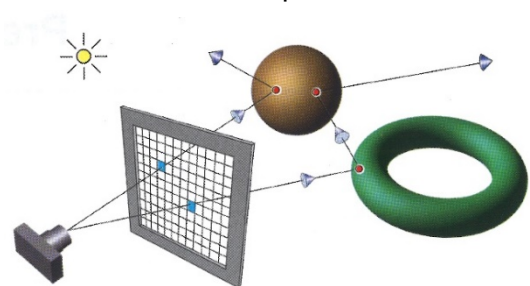


Abb. 2: Raytracing (Suffern, 2007)

2.2. Berechnung Tiefenkarte

Die Berechnung der Tiefenkarte wird mit Raytracing durchgeführt. Dazu wird für jeden Bildpixel ein Strahl vom Projektionszentrum zum jeweiligen Pixelzentrum definiert. Anschliessend wird für sämtliche Strahlen der nächstgelegene Schnittpunkt mit dem Geländemodell gesucht (Abb. 2). Es resultiert ein Bild oder Bildkanal, in dem sämtliche Pixel den Tiefenwert zum Objekt enthalten. Das Titelbild zeigt eine, nach Tiefenwert eingefärbte, Tiefenkarte.

2.3. Transformation Pixel- zu Objektkoordinaten

Durch den bekannten Standort der Kamera, die Orientierung im Raum sowie den Tiefenwert, lassen sich die Objektkoordinaten aller Pixel berechnen. Dem Programm werden die Pixelkoordinaten der gezeichneten Geometrieobjekte übergeben und transformiert (Abb. 3 & 4). Die Objektkoordinaten werden als Vektorgeometrie sowie als Punktliste ausgegeben.



Abb. 3: Originalbild mit eingezeichneter Kante



Abb. 4: Screenshot der transformierten Kanten

3. Resultate

Die Verwendung von Numba und reduzierter Geometrie erzielte nicht die erwünschte Performancesteigerung. Im Gegensatz dazu konnte durch die Implementierung der BVH eine massive Beschleunigung erreicht werden. Somit wurde die benötigte Zeit für das Rendern der Tiefenkarte um 99.95% reduziert werden. Dies entspricht einem Beschleunigungsfaktor von 1885.

4. Fazit und Ausblick

Mit dem implementierten Programm kann der Prozess zur Dokumentation von Naturgefahrenereignissen stark vereinfacht werden. Der kritische Punkt ist momentan die benötigte Zeit. Zwar wurde das Rendern der Tiefenkarte bereits stark beschleunigt. Soll das Programm jedoch produktiv eingesetzt werden, ist eine weitere Beschleunigung unabdingbar. Dafür drängt sich in erster Linie die Auslagerung der rechenintensiven Codesequenzen in die Programmiersprachen C oder C++ auf.

5. Kontakt

Autor:	Jonas Meyer	jonas.meyer@bluewin.ch
Examinator:	Prof. Martin Christen	martin.christen@fhnw.ch
Experte:	Bernhard Draeyer	info@in-terra.ch

Quelle:

Suffern, Kevin G. (2007): Ray tracing from the ground up. Wellesley, Mass.: A K Peters.