

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY

ZOBRAZOVANIE VIACROZMERNÝCH FUNKCIÍ NA
GPU
DIPLOMOVÁ PRÁCA

2025

BC. ADRIÁN KOCIFAJ

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY

ZOBRAZOVANIE VIACROZMERNÝCH FUNKCIÍ NA
GPU
DIPLOMOVÁ PRÁCA

Študijný program: Aplikovaná informatika
Študijný odbor: Informatika
Školiace pracovisko: Katedra aplikovanej informatiky
Školiteľ: Mgr. Andrej Mihálik, PhD.

Bratislava, 2025
Bc. Adrián Kocifaj



Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Meno a priezvisko študenta: Bc. Adrián Kocifaj
Študijný program: aplikovaná informatika (Jednoodborové štúdium, magisterský II. st., denná forma)
Študijný odbor: informatika
Typ záverečnej práce: diplomová
Jazyk záverečnej práce: slovenský
Sekundárny jazyk: anglický

Názov: Zobrazovanie viacrozmerných funkcií na GPU.
Multidimensional data rendering.

Anotácia: Nie je jednoduché zobrazit' objekty v priestore s dimenziou viac ako 3. Keď však uvážime pevný 3D objekt, tak okrem rozmerov v 3D priestore, vykazuje jeho vzhľad aj ďalšie atribúty ako je napríklad farba alebo priehľadnosť. S použitím volumetrického zobrazovania by sa takto dal priestor rozšíriť za hranicu 3D.

Cieľ: Vytvoriť rozhranie na vizualizáciu viacrozmerného priestoru pomocou volumetrického zobrazovania.

Literatúra: Alan Norton, Generation and Display of Geometric Fractals in 3-D, ACM SIGGRAPH Computer Graphics, vol. 16, no. 3, pp. 61–67, 1982.

Vedúci: Mgr. Andrej Mihálik, PhD.
Katedra: FMFI.KAI - Katedra aplikovanej informatiky
Vedúci katedry: doc. RNDr. Tatiana Jajcayová, PhD.
Dátum zadania: 04.11.2024

Dátum schválenia: 08.11.2024
prof. RNDr. Roman Ďurikovič, PhD.
garant študijného programu

.....
študent

.....
vedúci práce

Pod'akovanie: Text.

Abstrakt

Nie je jednoduché zobrazit viacrozmerne objekty, pretože ľudské vnímanie je obmedzené na priestorové videnie. Táto práca sa zaoberá vizualizáciou viacrozmerných funkcií do priestoru, pre vyššie dimenzie funkcií využíva iné vlastnosti, ako sú farba a priehľadnosť. V práci sa zaoberáme vizualizáciou volumetrických dát rôznymi technikami, ich výpočtová zložitosť a pridané dimenzie vyžadujú použitie paralelizmu grafických kariet. Navrhli a implementovali sme interaktívny softvérový systém, ktorý umožňuje toto zobrazenie v reálnom čase. Systém poskytuje používateľovi možnosť skúmať viacrozmerne funkcie, analyzovať ich štruktúru a správanie.

Kľúčové slová: viacrozmerne funkcie, vizualizácia dát, volumetrické zobrazovanie

Abstract

It is not easy to display multidimensional objects because human perception is limited to spatial vision. This work deals with the visualization of multidimensional functions into space, for higher dimensions, it uses other properties such as color and transparency. In this thesis we deal with the visualization of volumetric data using different techniques, their computational complexity and added dimensions require the use of graphics card parallelism. We have designed and implemented an interactive software system that enables this visualization in real time. The system provides the user with the ability to explore multidimensional functions, analyzing their structure and behavior.

Keywords: multidimensional functions, data visualization, volumetric rendering

Obsah

Úvod	1
1 Východiská	3
1.1 Volumetrické zobrazovanie	3
1.2 Iné techniky zobrazovania	3
1.3 Zobrazenie vyšších dimenzií	3
1.3.1 Farba	3
1.3.2 Priehľadnosť	3
1.4 Zobrazovací kanál	3
1.5 Scéna	3
1.6 Kamera	3
1.7 Osvetlenie	3
1.8 Existujúce riešenia	3
2 Návrh	5
2.1 Výber technológie	5
2.1.1 Knižnice	5
2.2 Vytvorenie a konfigurácia projektu	5
2.3 Architektúra aplikácie	5
2.3.1 Diagramy	5
2.4 Používateľské rozhranie	5
2.4.1 Spracovanie používateľského vstupu	5
2.5 Manipulácia s dátami	5
3 Implementácia	7
3.1 Pohyb v scéne	7
3.2 Používateľské rozhranie	7
3.2.1 Vstupy	7
3.2.2 Nastavenia	7
3.2.3 Dizajn	7
3.3 Ukladanie obrázkov	7

3.4	Optimalizácie	7
3.4.1	Pamäť	7
3.4.2	Výpočty	7
4	Výsledky	9
4.1	Testovacie scénare	9
4.2	Merania	9
4.3	Porovnanie zobrazovacích techník	9
4.4	Vizuálne výsledky	9
5	Diskusia	11
5.1	Výzvy a obmedzenia	11
5.2	Rozšírenia a budúce vylepšenia	11
5.3	Využitia aplikácie	11
	Záver	13
	Príloha A	17

Zoznam obrázkov

Zoznam tabuliek

Úvod

Text.

Kapitola 1

Východiská

1.1 Volumetrické zobrazovanie

1.2 Iné techniky zobrazovania

1.3 Zobrazenie vyšších dimenzií

1.3.1 Farba

1.3.2 Priehľadnosť

1.4 Zobrazovací kanál

1.5 Scéna

1.6 Kamera

1.7 Osvetlenie

1.8 Existujúce riešenia

Kapitola 2

Návrh

2.1 Výber technológie

2.1.1 Knižnice

2.2 Vytvorenie a konfigurácia projektu

2.3 Architektúra aplikácie

2.3.1 Diagramy

2.4 Používateľské rozhranie

2.4.1 Spracovanie používateľského vstupu

2.5 Manipulácia s dátami

Kapitola 3

Implementácia

3.1 Pohyb v scéne

3.2 Používateľské rozhranie

3.2.1 Vstupy

3.2.2 Nastavenia

3.2.3 Dizajn

3.3 Ukladanie obrázkov

3.4 Optimalizácie

3.4.1 Pamäť

3.4.2 Výpočty

Kapitola 4

Výsledky

4.1 Testovacie scénare

4.2 Merania

4.3 Porovnanie zobrazovacích techník

4.4 Vizuálne výsledky

Kapitola 5

Diskusia

5.1 Výzvy a obmedzenia

5.2 Rozšírenia a budúce vylepšenia

5.3 Využitia aplikácie

Záver

Text.

Literatúra

Príloha A: obsah elektronickej prílohy

V elektronickej prílohe priloženej k práci sa nachádza zdrojový kód programu a súbory s výsledkami experimentov.

Zdrojový kód je zverejnený aj na stránke

<https://github.com/kocifajadrian/master-thesis>.