

Interaktivní nástroj pro vizualizaci algoritmů a datových struktur

Interactive Tool for Visualizing Algorithms and Data Structures

Barbora Kováská

Diplomová práce

Vedoucí práce: Ing. Radoslav Fasuga, Ph.D.

Ostrava, 2026



Zadání diplomové práce

Student:

Bc. Barbora Koválská

Studijní program:

N0613A140034 Informatika

Téma:

Interaktivní nástroj pro vizualizaci algoritmů a datových struktur
Interactive Tool for Visualizing Algorithms and Data Structures

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

Cílem projektu je vytvořit webový nástroj pro vizualizaci datových struktur (např. zásobník, fronta, seznamy, stromy) a simulaci algoritmů (třídící a vyhledávací algoritmy). Aplikace bude sloužit jako výukový prostředek, umožňující interaktivní operace a teoretické vysvětlení jednotlivých datových struktur a algoritmů.

1. Student se seznámí s problematikou datových struktur a základních algoritmů.
2. Student provede analýzu existujících výukových nástrojů zaměřených na vizualizaci algoritmů a navrhne vlastní specifikace pro webovou aplikaci.
3. Student navrhne a implementuje interaktivní webovou aplikaci s přívětivým uživatelským rozhraním. Aplikace bude obsahovat moduly pro vizualizaci základních datových struktur a algoritmů, interaktivní simulaci operací nad strukturami s možností sledování v reálném čase a také teoretické vysvětlení daných postupů.
4. Výsledkem bude plně funkční prototyp webové aplikace a dokumentace popisující použití a implementaci nástroje.
5. Srovnejte výslednou aplikaci s existujícími aplikacemi.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] LEVITIN, Anany. Introduction to the design and analysis of algorithms. Third edition. Boston: Pearson, c2012. ISBN 978-0132316811.
- [2] CORMEN, Thomas H.; LEISERSON, Charles Eric; RIVEST, Ronald L. a STEIN, Clifford. Introduction to algorithms. Fourth edition. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, [2022]. ISBN 9780262046305.
- [3] SEDGEWICK, Robert a WAYNE, Kevin Daniel. **Algorithms**. Fourth edition. Boston: Addison-Wesley, [2011]. ISBN 978-0-321-57351-3
- [4] Gonzalez, V. (2020). JavaScript Data Structures and Algorithms: An Introduction to Solving Complex Problems Using JavaScript. Packt Publishing.
- [5] Bamford, K., & Ruiz, D. (2022). Frontend Architecture for Design Systems: A Modern Guide to UI Development. O'Reilly Media.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Radoslav Fasuga, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2025

Datum odevzdání: 30.04.2026

Garant studijního programu: prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.

V IS EDISON zadáno: 09.10.2025 14:34:54

Abstrakt

Abstraktní čeština.

Klíčová slova

interaktivní nástroj; vizualizace; algoritmy; datové struktury; vzdělávání; simulace

Abstract

Abstract English.

Keywords

interactive tool; visualization; algorithms; data structures; education; simulation

Poděkování

Děkuji, že mám ještě taklik času na dokončení této práce.

Obsah

Seznam použitých symbolů a zkratek	7
Seznam obrázků	8
Seznam tabulek	9
Seznam výpisů zdrojového kódu	10
1 Úvod	11
2 Analýza existujících řešení	12
2.1 Vizualizace datových struktur	12
2.1.1 Gnarley Trees	12
2.1.2 Data Structure Visualizations	13
2.1.3 B Plus Tree	14
2.1.4 Porovnání	15
2.2 Simulace třídících algoritmů	15
2.2.1 Sort Visualizer	15
2.2.2 VisuAlgo	15
2.2.3 Toptal Sorting Algorithms Animations	15
2.2.4 Porovnání	15
2.3 Shrnutí	15
3 Závěr	16
Přílohy	16

Seznam použitých zkratek a symbolů

VŠB

– Vysoká škola Báňská

Seznam obrázků

Seznam tabulek

2.1 Porovnání analyzovaných aplikací pro vizualizaci datových struktur 15

Seznam výpisů zdrojového kódu

Kapitola 1

Úvod

Vítejte v mé magisterské práci.

Kapitola 2

Analýza existujících řešení

V této kapitole jsou popsány vybrané existující aplikace, které slouží k vizualizaci algoritmů a datových struktur. Cílem je analyzovat jejich funkce, uživatelské rozhraní a možnosti interakce, aby bylo možné identifikovat silné a slabé stránky těchto nástrojů. Tato analýza poslouží jako základ pro návrh a implementaci nového interaktivního nástroje, který bude lépe vyhovovat potřebám uživatelů.

Analýza se nejprve zaměří na vizualizaci datových struktur a následně na simulaci třídících algoritmů. Vybrané aplikace budou hodnoceny z hlediska jejich uživatelské přívětivosti, rozsahu podporovaných algoritmů a datových struktur, možnosti interakce a přizpůsobení vizualizací.

2.1 Vizualizace datových struktur

Nástroje popsané v této kapitole se zaměřují na vizualizaci různých datových struktur, jako jsou stromy, grafy, zásobníky a fronty.

2.1.1 Gnarley Trees

První aplikací, kterou tato práce analyzuje, je *Gnarley Trees*¹, interaktivní nástroj pro vizualizaci a manipulaci s různými typy stromových datových struktur.

Obsah

Aplikace se zaměřuje především na stromy a haldy, v kontextu různých způsobů ukládání dat a jejich efektivity. U stromů jde například o binární vyhledávací stromy, červeno-černé stromy, AVL stromy, B-stromy a různé další varianty těchto struktur. U front a hald jsou to například prioritní fronty implementované pomocí běžných hald, binárních hald, Fibonacciho hald a dalších.

¹<https://kubokovac.eu/gnarley-trees>

Každý typ datové struktury má možnost vizualizace základních operací, u stromů například vkládání, mazání a vyhledávání uzlů, u hald a front pak vkládání, inkrementaci hodnoty prvku a odstraňování prvků s nejvyšší prioritou. Dále je zde také možnost vložit předem definovaný počet náhodných prvků a tím rychle zaplnit danou strukturu. Tyto interakce jsou prováděny pomocí uživatelského rozhraní, které umožňuje uživatelům zadávat hodnoty a sledovat, jak se datová struktura mění v reálném čase. Vizualizace je doplněna o animace, které umožňují mimo jiné i krokování operací, což usnadňuje pochopení dynamiky datových struktur. Animace jsou jednoduché, ale efektivní, včetně možnosti krokování vpřed i vzad.

Vizuál

Jedná se o webovou aplikaci napsanou v jazyce Java, vykreslování grafů je realizováno pomocí knihovny CheerpJ. Uživatelské rozhraní je přehledné, umožňuje snadný přístup k různým datovým strukturám a jejich operacím. Kromě toho aplikace ke všemu přikládá vysvětlivky, což je užitečné pro uživatele, kteří se s těmito koncepty teprve seznamují.

Co se týče uživatelského přizpůsobení, stránka má pouze základní stylování, bez možnosti výběru barevných schémat nebo přizpůsobení vzhledu. Stránka také zřejmě má možnost změny jazyka z angličtiny do slovenštiny, ale její zapnutí není na první pohled zřejmé.

2.1.2 Data Structure Visualizations

Další aplikací je *Data Structure Visualizations*², výukový nástroj z Univerzity San Francisco, který nabízí vizualizace různých datových struktur a algoritmů.

Obsah

Aplikace pokrývá širokou škálu témat, jak v oblasti datových struktur, tak i algoritmů. Mezi datové struktury patří například zásobníky, fronty, spojové seznamy, stromy (včetně binárních vyhledávacích stromů a hald) a grafy. U každé datové struktury jsou k dispozici vizualizace základních operací, jako je vkládání, mazání a vyhledávání prvků. U algoritmů jsou zahrnuty různé třídící algoritmy (například Bubble Sort, Insertion Sort, Merge Sort) a algoritmy pro prohledávání grafů (například Dijkstrův algoritmus nebo algoritmy na získání kostry grafu).

Interakce s vizualizacemi není sjednocená jako u minulé aplikace, každá datová struktura ji má implementovanou jinak. Animace pro jednotlivé operace jsou velmi jednoduché a oproti předchozí aplikaci postrádají vysvětlivky. Krokování funguje opět vpřed i vzad, včetně možnosti nastavení rychlosti animace. Jako nedostatek lze uvést i absenci možnosti naplnění datové struktury náhodnými hodnotami, což by zrychlilo testování a experimentování s různými scénáři. Třídící algoritmy jsou velmi jednoduché, umožňují uživateli náhodně zamíchat pole čísel, zvolit si třídící algoritmus

²<https://www.cs.usfca.edu/galles/visualization/>

a sledovat jeho průběh. Jako velmi zajímavé rozšíření aplikace poskytuje možnost napsat si vlastní algoritmus v jazyce JavaScript a vizualizovat jeho průběh.

Vizuál

Aplikace je webová, napsaná v jazyce JavaScript, s jednoduchým uživatelským rozhraním. Celkový vzhled není příliš moderní a uživatelsky přívětivý, ale funkční. Navigace na stránce je mírně komplikovaná, protože uživatel musí procházet různými odkazy, aby se dostal k požadované datové struktuře nebo algoritmu. Ovládání vizualizací je stylováno pomocí tlačítek a vstupních polí, ve stejném duchu jako předchozí aplikace.

Možnosti přizpůsobení jsou omezené, bez možnosti změny barevných schémat nebo vzhledu vizualizací. Responzivita stránky je značně omezená, což může ztížit použití na různých zařízeních. Aplikace je dostupná pouze v angličtině.

2.1.3 B Plus Tree

Poslední aplikací zaměřující se na datové struktury, jejíž analýzu tato práce provede, je *B Plus Tree*³, interaktivní nástroj pro vizualizaci B+ stromů.

Obsah

Aplikace se specializuje výhradně na B+ stromy, neobsahuje tedy jiné datové struktury. U B+ stromů jsou k dispozici vizualizace základních operací, jako je vkládání, mazání a vyhledávání klíčů. Mimo tyto poskytuje i možnost nastavit danému stromu maximální počet klíčů na vnitřní uzel nebo list a také možnost generování náhodných klíčů pro rychlé naplnění stromu. Chybí zde vysvětlivky k jednotlivým operacím, krátký popis struktury se věnuje spíše využití B+ stromů v databázových systémech.

Interakce s vizualizacemi je intuitivní, uživatel může zadávat hodnoty prostřednictvím vstupních polí a sledovat, jak se strom mění v reálném čase. Animace nemají možnost krokování, po provedení operace se strom aktualizuje rovnou do nového stavu, a také je není možné krokovat zpět.

Vizuál

Tato aplikace je rovněž webová, s velmi jednoduchým ale moderním uživatelským rozhraním. Obsah je tak malý, že není potřeba složitější navigace, vše je dostupné přímo na hlavní stránce. Ovládání vizualizací je realizováno pomocí tlačítek a vstupních polí. Stránka nenabízí žádné možnosti přizpůsobení vzhledu nebo změnu jazyka. Aplikace je velmi responzivní a funguje dobře na různých zařízeních.

³<https://bplustree.app/>

2.1.4 Porovnání

V této sekci jsou shrnutý klady a zápory jednotlivých analyzovaných aplikací zaměřených na vizualizaci datových struktur. Následující tabulka (Tabulka 2.1) poskytuje přehledné srovnání jejich vlastností.

Vlastnost	Gnarley Trees	Data Structure Visualizations	B Plus Tree
Podpora více datových struktur	Ano	Ano	Ne
Uživatelské přizpůsobení	Omezené	Omezené	Žádné
Krokování animací	Ano (vpřed i vzad)	Ano (vpřed i vzad)	Ne
Vysvětlivky k operacím	Ano	Ne	Ne
Generování náhodných dat	Ano	Ne	Ano
Responzivita	Dobrá	Slabá	Výborná
Jazyková podpora	Angličtina, slovenština	Angličtina	Angličtina

Tabulka 2.1: Porovnání analyzovaných aplikací pro vizualizaci datových struktur

2.2 Simulace třídících algoritmů

Tato kapitola se věnuje aplikacím, které umožňují vizualizaci a simulaci různých třídících algoritmů, jako jsou Bubble Sort, Quick Sort, Merge Sort a další.

2.2.1 Sort Visualizer

2.2.2 VisuAlgo

2.2.3 Toptal Sorting Algorithms Animations

2.2.4 Porovnání

2.3 Shrnutí

Kapitola 3

Závěr

Tady končíme, všichni ven.