

Fakulta riadenia a informatiky  
Informatika

Semestrálna práca 1  
Algoritmy a údajové štruktúry 2

Rok: 2020/2021

Emanuel Zaymus, 5ZIS12

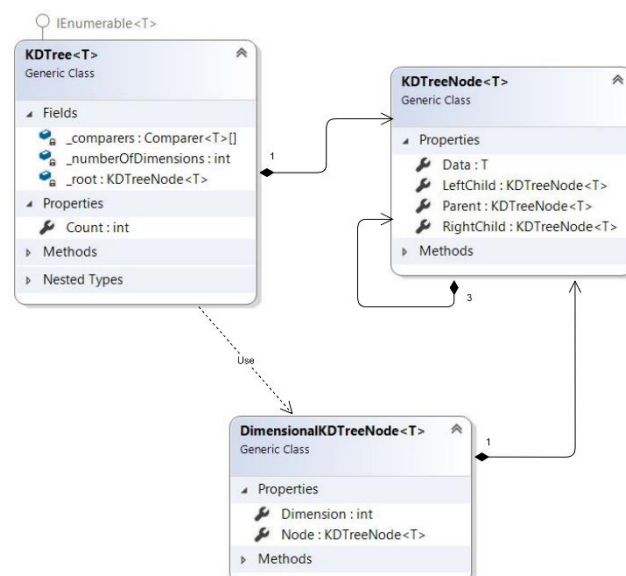
## Návrh

Navrhol a implementoval som geodetický systém pre PDA, ktorý umožňuje evidenciu nehnuteľností a parciel s požadovanou funkcionalitou. Využil som pokročilú údajovú štruktúru K-d strom uchovávaný v operačnej pamäti.

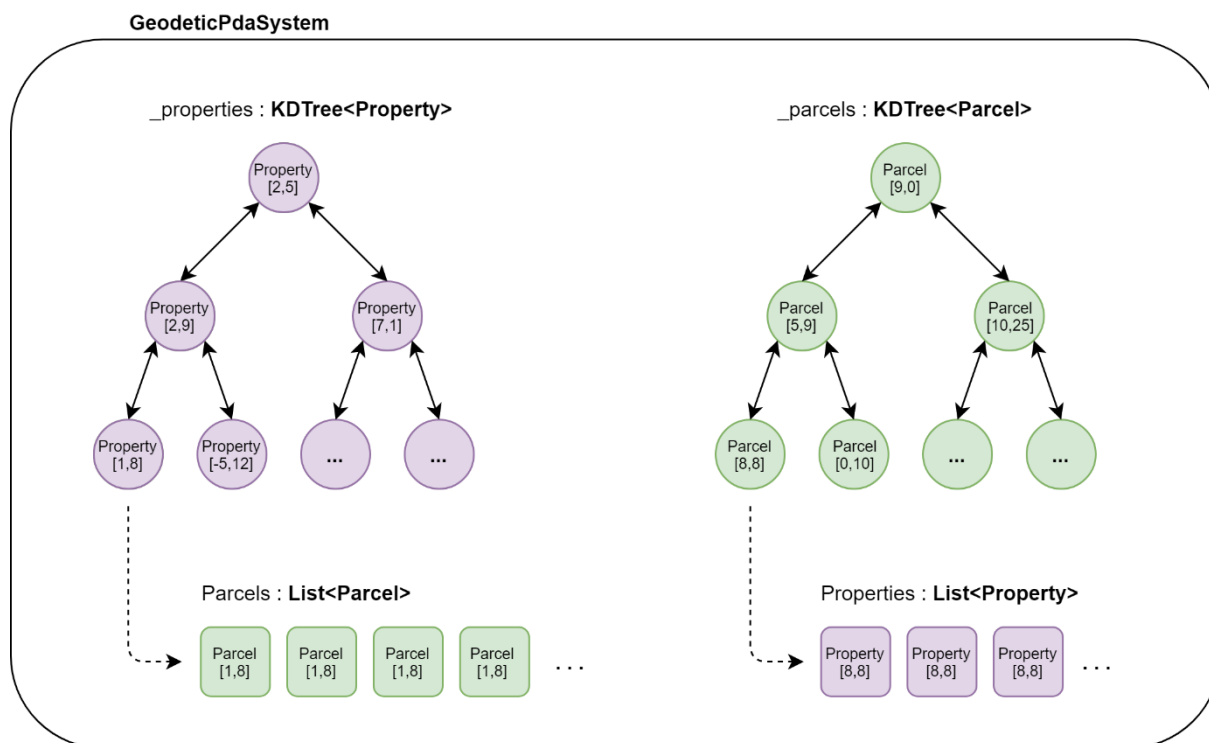
## UML diagram základných tried



## UML diagram tried K-d stromu



## Znázornenie vnútornej štruktúry



## Popis implementácie, základných tried a programových častí

Program je logicky rozdelený do viacerých projektov ako napríklad: **DataStructures** (obsahuje implementáciu K-d stromu), **GeodeticPDA** (obsahuje systém pre geodetický PDA systém), **CustomAlgorithms** (obsahuje algoritmus na nájdenie mediánu v poly) a ďalšie.

Výsledná aplikácia implementuje architektonický vzor Model-View-Presenter.

### Údajová štruktúra – K-dimenzionálny strom

**KDTree** – K-dimenzionálny strom, obsahuje operácie ako, Add, Remove, Find, Contains a ďalšie. Zložitosť týchto operácií sú popísané v časti *Popis funkcionalít aplikácie a ich zložitosť*.

**KDTreeNode** – uzel k-dimenzionálneho stromu, obsahuje referencie na pravého/ľavého syna aj rodiča.

**DimensionalKDTreeNode** – wrapper pre KDTreeNode, obsahuje dimenziu, na ktorej sa uzel nachádza. Táto trieda by sa dala vytvoriť aj ako potomok KDTreeNode-u. Tento prístup som neimplementoval.

### Geodetický PDA systém

#### Model

**GeodeticPdaSystem** – hlavná trieda programu, obsahuje logiku celej aplikácie ako: pridanie, odstránenie, vyhľadávanie a úprava nehnuteľností a parciel.

**GpsCoordinates** – GPS súradnice – obsahuje zemepisnú výšku a zemepisnú šírku.

**GpsLocationObject** – abstraktná trieda, obsahuje GPS súradnice, číslo, a popis.

**Property** – nehnuteľnosť – potomok triedy GpsLocationObject, obsahuje množinu parciel na ktorých leží (majú rovnakú GPS súradnicu).

**Parcel** – parcela – potomok triedy GpsLocationObject, obsahuje množinu nehnuteľností, ktoré na nej ležia (majú rovnakú GPS súradnicu).

### ***Presenter***

**GeodeticPdaPresenter** – hlavná trieda pre prezentáciu dát používateľovi pomocou modálnych okien. Okrem tejto triedy obsahuje aplikácia aj ďalšie vedľajšie triedy, ktoré prezenter využíva.

### ***View***

**MainForm** – hlavné okno programu, ponúka možnosti vyhľadania objektov, pridania objektov, exportu a importu dát, generovanie náhodných dát.

**ChooseFrom** – okno pre výber z vyhľadaných objektov.

**DetailForm** – okno zobrazujúce detail objektu (nehnuteľnosti/parcely), ponúka možnosť menenia údajov a vymazávania. Je to tiež okno slúžiace na uloženie nového objektu.

## **Popis funkcionálít aplikácie a ich zložitosti**

V aplikácii bola použitá údajová štruktúra K-d strom. V nasledujúcej časti budú popísané zložitosti jednotlivých operácií vlastné popisovaného Geodetickému PDA systému. Všetky funkcionality sa týkajú operácií nad K-d stromom.

**n** = počet prvkov v K-d strome *nehnuteľností*

**a** = počet hľadaných *nehnuteľností*

**v** = počet vkladaných *nehnuteľností*

**x** = počet výmen pri mazaní *nehnuteľností*

**m** = počet prvkov v K-d strome *parciel*

**b** = počet hľadaných *parciel*

**w** = počet vkladaných *parciel*

**y** = počet výmen pri mazaní *parcely*

1. Vyhľadanie jednej nehnuteľnosti – Najhoršia zložitosť  **$O(n)$**  – najmä vtedy, keď sa pridávajú jednotlivé prvky ako usporiadaný zoznam; Priemerná zložitosť  **$O(\log(n))$**  – ak boli prvky vložené podľa mediánov.
2. Vyhľadanie viacerých nehnuteľností – Najhoršia zložitosť  **$O(n+a)$** , priemerná zložitosť  **$O(\log(n)+a)$** .

3. Vyhľadanie jednej parcely – Najhoršia zložitosť  $O(m)$ , priemerná zložitosť  $O(\log(m))$ .
4. Vyhľadanie viacerých parciel – Najhoršia zložitosť  $O(m+b)$ , priemerná zložitosť  $O(\log(m)+b)$ .
5. Pridanie nehnuteľnosti – Najhoršia zložitosť  $O(n)$ , priemerná zložitosť  $O(\log(n))$ .
6. Pridanie viacerých nehnuteľností – Ak sa pridáva vopred známa množina prvkov, je možné prvky vkladať podľa mediánov. Tým sa zaručí v priemerná zložitosť vyhľadávania jednej nehnuteľnosti v štruktúre  $O(\log(n))$ . Na nájdenie mediánu využíva program algoritmus *Quick Select*, ktorého priemerná zložitosť je  $O(v)$  a najhoršia zložitosť  $O(v^2)$ . To znamená, že celková najhoršia zložitosť vkladania  $v$  nehnuteľností je  $O(v * v^2 * \log(n))$ , priemerná zložitosť  $O(v * v * \log(n))$ .
7. Pridanie parcely – Najhoršia zložitosť  $O(m)$ , priemerná zložitosť  $O(\log(m))$ .
8. Pridanie viacerých parciel – Platí všetko, čo pri vkladaní nehnuteľností. Najhoršia zložitosť pri vkladaní  $w$  parciel  $O(w * w^2 * \log(m))$ , priemerná zložitosť  $O(w * w * \log(m))$ .
9. Editácia nehnuteľnosti – spočíva len v nájdení prvku a následnom uložení. Ak sa v objekte zmení údaj o jeho polohe, prvok sa vymaže a opäť vloží. Najhoršia zložitosť  $O(2*n) = O(n)$ , priemerná zložitosť  $O(2*\log(n)) = O(\log(n))$ .
10. Editácia parcely – spočíva len v nájdení prvku a následnom uložení. Ak sa v objekte zmení údaj o jeho polohe, prvok sa vymaže a opäť vloží. Najhoršia zložitosť  $O(2*m) = O(n)$ , priemerná zložitosť  $O(2*\log(m)) = O(\log(m))$ .
11. Vymazanie nehnuteľnosti – Najhoršia zložitosť pri mazaní jedného prvku, ktorý je listom  $O(n)$ , priemerná zložitosť  $O(\log(n))$ . Ak prvok nie je listom, je potrebné hľadať  $x$  prvkov, ktoré je potrebné „vymeniť“ / „nahradit“ – najhoršia zložitosť  $O(n*x)$ , priemerná zložitosť  $O(\log(n)*x)$ .
12. Vymazanie parcely – Najhoršia zložitosť pri mazaní jedného prvku, ktorý je listom  $O(m)$ , priemerná zložitosť  $O(\log(m))$ . Ak prvok nie je listom, je potrebné hľadať  $y$  prvkov, ktoré je potrebné „vymeniť“ / „nahradit“ – najhoršia zložitosť  $O(m*y)$ , priemerná zložitosť  $O(\log(m)*y)$ .

## Ďalšia funkcionálnosť

$n$  = počet prvkov v štruktúre

$v$  = počet vkladávaných prvkov

- Export dát – aplikácia umožňuje uloženie samostatne nehnuteľností a parciel do textového CSV súboru zadaného užívateľom. Je využitá prehliadka stromu *Level Order*. Zložitosť  $O(n)$ .
- Import dát – aplikácia umožňuje načítanie nehnuteľností a parciel z textových CSV súborov zadaných užívateľom. Ak sa importuje súbor exportovaný týmto programom, je zabezpečený identický vzhľad internej štruktúry ako pred exportom. Zložitosť vloženia  $v$  prvkov bude  $O(v * v^2 * \log(v))$ .
- Generovanie náhodných dát – je možné zadať požadovaný počet vygenerovaných nehnuteľností a parciel.

## **Používateľské prostredie**

Aplikácia má jednoduché, jasné prostredie, ktoré využíva technológiu Windows Forms.