

Domáce zadanie 1 – analýza výkonu ADT dvojrozmerné pole

Cieľom domáceho zadania je porovnanie dvoch implementácií ADT dvojrozmerné pole – matica. V rámci testovania je nutné porovnať výkonnosť štruktúr v konkrétnych scenároch, odhadnúť časovú zložitosť konkrétnych operácií v závislosti na rozmeroch matice, a odhadnúť zložitosť vybraných maticových algoritmov v závislosti od rozmerov matice alebo parametrov algoritmov.

Úloha 1 – implementácia

Implementujte ADT dvojrozmerné pole – matica, ktorý musí podporovať operácie definované v priloženom súbore **matrix.h**. Implementáciu realizujte:

- v *súvislej pamäti* (priložený súbor **coherent_matrix.h**);
- v *nesúvislej pamäti (pole polí)* (priložený súbor **incoherent_matrix.h**).

V triedach definovaných v súboroch **coherent_matrix.h** a **incoherent_matrix.h** je nutné implementovať všetky verejné metódy a podľa potreby si môžete pridať ľubovoľné atribúty a ľubovoľné súkromné metódy.

Správnou implementáciu jednotlivých operácií je nutné otestovať prostredníctvom Vami implementovaných jednotkových testov (unit testov). Tieto implementujte v priložených súboroch **matrix_test.h** a **matrix_test.cpp**.

Úloha 2 – overenie výkonu v scenári

Realizácie ADT dvojrozmerné pole – matica, ktoré ste implementovali v úlohe 1, otestujte v scenároch definovaných v Tab. 1. V každom scenári vykonajte spolu 1 000 000 operácií. Jednotlivé operácie sú v jednotlivých scenároch volané náhodne tak, aby na konci súhlasil podiel jednotlivých operácií. Parametre do operácií sú taktiež náhodné, pričom ako index riadku a index stĺpca je nutné náhodne zvoliť akýkoľvek aktuálne platný index.

Tab. 1 Testovacie scenáre pre ADT dvojrozmerné pole – matica

Scenár	Rozmery matice	Podiel operácií		
		getRowCount	getColumnCount	at
A	10 x 50	5	5	90
B	2000 x 500	5	5	90
C	50 x 10	10	30	60
D	500 x 2000	10	30	60

V rámci analýzy výkonu v scenári je nutné merať len dĺžku trvania vybranej operácie. To znamená, že do merania sa **nesmie započítavať čas potrebný pre generovanie pomocných údajov**.

Úloha 3 – analýza časových zložitostí

V rámci analýzy časových zložitostí je nutné otestovať rýchlosť operácií **at** a **assign** v závislosti od rozmerov (m – počet riadkov, n – počet stĺpcov) a implementácie dvojrozmerného poľa – matice. Za týmto účelom je nutné meniť hodnoty parametrov m a n tak, aby ste zistili, ktorý z týchto parametrov má väčší vplyv na predmetnú operáciu, resp., či hodnoty týchto parametrov ovplyvňujú rýchlosť uvedenej operácie. Hodnotu každého z parametrov m a n definujte aspoň z rozsahu **1 .. 1 000** (napr. s krokom 100), pričom pri každej vygenerovanej matici vykonajte aspoň 100-krát testovanú operáciu a následne vypočítajte priemerný čas potrebný pre beh testovanej operácie pri daných rozmeroch matice.

- Pre realizácie ADT dvojrozmerné pole – matica, ktoré ste implementovali v úlohe 1, odhadnite zložitosť operácie **at**. Parametre testovanej operácie sú náhodné, pričom ako index riadku a index stĺpca je nutné náhodne zvoliť akýkoľvek aktuálne platný index. Na základe vykonaných experimentov **odhadnite hornú asymptotickú zložitosť** operácie **at**, pričom **zdôvodnite**, ktorá z dvoch testovaných implementácií ADT dvojrozmerné pole – matica je rýchlejšia.
- Pre realizácie ADT dvojrozmerné pole – matica, ktoré ste implementovali v úlohe 1, odhadnite zložitosť operácie **assign**. Parametrom testovanej operácie je druhá matica, ktorá je implementovaná rovnako ako testovaná matica a má aj rovnaké rozmery ako testovaná matica. Na základe vykonaných experimentov **odhadnite hornú asymptotickú zložitosť** operácie **assign**, pričom **zdôvodnite**, ktorá z dvoch testovaných implementácií ADT dvojrozmerné pole – matica je rýchlejšia.

V rámci analýzy časových zložitostí vybraných operácií je nutné merať len dĺžku trvania vybranej operácie. To znamená, že do merania **sa nesmie započítavať čas potrebný pre generovanie pomocných údajov**.

Úloha 4 – bonus

Cieľom bonusovej úlohy je odhadnúť vplyv implementácie a rozmeru štvorcovej matice (matica rozmerov $m \times m$) na algoritmus výpočtu k -tej mocniny matice (viď Tab. 2). Za týmto účelom je nutné meniť hodnoty parametrov m a k tak, aby ste zistili, ktorý z týchto parametrov má väčší vplyv na predmetný algoritmus. Hodnotu parametra m (zhoduje sa s počtom riadkov aj počtom stĺpcov matice) definujte aspoň z rozsahu **1 .. 100** (napr. s krokom 10). Hodnotu parametra k definujte aspoň z rozsahu **1 .. 10** (napr. s krokom 1). Na základe vykonaných experimentov **odhadnite hornú asymptotickú zložitosť algoritmu umocňovania matice v závislosti od parametrov m a k** a **zdôvodnite**, ktorá z dvoch testovaných implementácií ADT dvojrozmerné pole – matica je rýchlejšia.

Tab. 2 Bonusový scenár pre ADT dvojrozmerné pole – matica

Scenár	Popis scenára
E	Vygenerujte nenulovú štvorcovú maticu rozmerov $m \times m$ a vypočítajte druhú maticu (rozmerov $m \times m$), ktorá bude k -tou mocninou pôvodnej matice (https://en.wikipedia.org/wiki/Matrix_multiplication#Powers_of_a_matrix).

V rámci časovej analýzy **sa nesmie započítavať čas potrebný pre vytvorenie prvej štvorcovej matice a zrušenie výslednej matice predstavujúcej k -tú mocninu prvej matice.**

Výstupy domáceho zadania

Domáce zadanie bude mať nasledujúce výstupy:

1. súbory (*odovzdávate všetky súbory bez ohľadu na to, ktoré časti domáceho zadania riešite*):
 - **coherent_matrix.h** – implementácia ADT dvojrozmerné pole v súvislej pamäti (úloha 1);
 - **incoherent_matrix.h** – implementácia ADT dvojrozmerné pole v nesúvislej pamäti (úloha 1);
 - **matrix_test.h, matrix_test.cpp** – implementácia jednotkových testov ADT dvojrozmerné pole (úloha 1) vrátane výkonnostných testov definovaných v úlohách 2, 3 a 4;
2. CSV súbory s údajmi zaznamenanými počas testov (*odovzdávate len v prípade riešenia úloh 2, 3 a 4*);
3. dokumentácia (*odovzdávate len v prípade riešenia úloh 2, 3 a 4*), ktorá obsahuje:
 - popis realizácie priebehu jednotlivých testov – v prípade úlohy 2 je nutné vysvetliť, ako budete realizovať jednotlivé scenáre, t. j. ako sa budete v danom scenári rozhodovať, ktorú operáciu vykonáte;
 - popis formátu údajov a CSV súborov v testoch – je nutné popísať údaje, zaznamenávané počas testov, a formát CSV súboru (teda, čo sa bude v CSV súbore nachádzať a kde), do ktorého budete tieto údaje ukladať;
 - metodiku spracovania a vyhodnotenia výsledkov testov (CSV súborov) – je nutné popísať, ako budete analyzovať výsledné CSV súbory;
 - prezentáciu výsledkov a záverov vyplývajúcich z testovania.

V kóde používajte namiesto číselných konštánt symbolické. Údajové štruktúry a testy musia byť naprogramované tak, aby plne dodržiavali rozhrania špecifikované v súboroch **coherent_matrix.h**, **incoherent_matrix.h** a **matrix_test.h**, čím ich bude možné bez problémov zakomponovať do projektu AUS používanom na cvičeniach. Údajové štruktúry a testy musia byť Vami naprogramované a **efektívne** implementované z pohľadu výpočtovej a pamäťovej zložitosti. Po ukončení behu projektu AUS s Vašimi súbormi musí byť pamäť **preukázateľne čistá** (nevznikli „memory leak-y“).

Testy vyprodukujú CSV súbor so zaznamenanými údajmi. Vyprodukované CSV súbory je potrebné spracovať (akokoľvek – ručne, pomocou tabuľkového editora, pomocou ďalšej alebo tej istej aplikácie). **Metodické popísanie spôsobu spracovania údajov je súčasťou dokumentácie.** Pomocou popísaného postupu musí byť možné nové údaje spracovať rovnako, ako pôvodné. Výsledky spracovania (grafy, priemery, odhady, atď.) je potrebné zdokumentovať a interpretovať (vyvodiť závery). Identifikácia relevantných veličín je súčasťou domáceho zadania.

Bodovanie domáceho zadania

Úloha	Dvojrozmerné pole v súvislej pamäti	Dvojrozmerné pole v nesúvislej pamäti	Podmienka
1 – implementácia	2	2	-
2 – overenie výkonu v scenári	1	1	správna implementácia štruktúry
3 – analýza časových zložítostí	2	2	správna implementácia štruktúry
4 – bonus	1		musí byť všetko vyššie pre obe štruktúry

Aby bolo možné získať uvedený počet bodov za jednotlivé funkcionality, je nutné s každou funkcionalitou odovzdať aj príslušnú časť dokumentácie (okrem bodu 1).