

AKADEMIA NAUK STOSOWANYCH W NOWYM SĄCZU

Wydział Nauk Inżynieryjnych
Katedra Informatyki

DOKUMENTACJA PROJEKTOWA ZAAWANSOWANE PROGRAMOWANIE

Macierz i Testowanie usługi Github Copilot

Autor:

Mateusz Stanek
Dawid Szołdra

Prowadzący:

mgr inż. Dawid Kotlarski

Nowy Sącz 2024

Spis treści

1. Ogólne określenie wymagań	3
2. Analiza problemu	4
2.1. Macierz	4
2.2. Git	4
2.3. Doxygen	6
2.4. Github Copilot	7
3. Projektowanie	8
3.1. Implementacja macierzy	8
3.2. Git	8
3.3. Doxygen	9
3.4. Github Copilot	9
4. Implementacja	13
4.1. Klasa Matrix	13
5. Wnioski	23
Literatura	25
Spis rysunków	26
Spis tabel	27
Spis listingów	28

1. Ogólne określenie wymagań

Celem projektu jest utworzenie programu implementującego klasę Macierzy w języku C++. Jednak, głównym celem projektu jest zapoznanie się z narzędziem GitHub Copilot i wyrobienie sobie o nim opinii, dlatego program powinien być przez niego w dużej części napisany.

Przewidywany jest działający program (w miarę możliwości modelu) i dokumentacja w Doxygenie.

2. Analiza problemu

2.1. Macierz

Macierz[1] jest dwu wymiarową tablicą elementów, reprezentującą odpowiednio ułożony zbiór wartości. Macierze często używane są w matematyce, fizyce i oczywiście informatyce, ze względu na fakt, że można na nich wykonywać różne operacje matematyczne.

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$$

Rys. 2.1. Przykładowa macierz

Na rys. 2.1 jest pokazana przykładowa macierz.

2.2. Git

Kolejnym konceptem, którym zajmuje się projekt jest narzędzie git[2]. Pozwala ono zarządzać poszczególnymi wersjami projektów. Głównym korzeniem gita jest system commitów, czyli zapisania zmian w pliku w stosunku do commita starszego. To, w połączeniu z jego innymi możliwościami pozwala na tworzenie długich i skomplikowanych osi czasu danych projektów.

Użycie gita można zademonstrować na prostym przykładzie. Tworzymy katalog a w nim repozytorium, używając komendy `git init`, jak widać na rys. 2.2.

```
~/skrypty-i-syfy/studia/rok2/programowanie-zaawansowane/p1/git-test % git init
hint: Using 'master' as the name for the initial branch. This default branch name
hint: is subject to change. To configure the initial branch name to use in all
hint: of your new repositories, which will suppress this warning, call:
hint:
hint:   git config --global init.defaultBranch <name>
hint:
hint: Names commonly chosen instead of 'master' are 'main', 'trunk' and
hint: 'development'. The just-created branch can be renamed via this command:
hint:
hint:   git branch -m <name>
Initialized empty Git repository in /home/mattys/skrypty-i-syfy/studia/rok2/progr
amowanie-zaawansowane/p1/git-test/.git/
~/skrypty-i-syfy/studia/rok2/programowanie-zaawansowane/p1/git-test % ls
drwxr-xr-x - mattys  6 Nov 15:54 .git/
~/skrypty-i-syfy/studia/rok2/programowanie-zaawansowane/p1/git-test % |
```

Rys. 2.2. Puste repozytorium git

Stwórzmy jakiś plik i dodajmy go do repozytorium. Plik można dodać do repozytorium komendą `git add`

```
~/skrypty-i-syfy/studia/rok2/programowanie-zaawansowane/p1/git-test % echo "commit1" > plik.txt
~/skrypty-i-syfy/studia/rok2/programowanie-zaawansowane/p1/git-test % git add plik.txt
```

Rys. 2.3. Stworzenie pliku w repozytorium

Następnie należy scommitować zmiany.

```
~/skrypty-i-syfy/studia/rok2/programowanie-zaawansowane/p1/git-test % git commit -am "utworzenie pl
ik.txt"
[master (root-commit) bb3b898] utworzenie plik.txt
1 file changed, 1 insertion(+)
create mode 100644 plik.txt
```

Rys. 2.4. Commit nr. 1

Na rysunku 2.4 użyta komenda `git commit` commituje wszystkie dodane pliki (-a) z jakimś komunikatem (-m).

```
~/skrypty-i-syfy/studia/rok2/programowanie-zaawansowane/p1/git-test % echo "commit2" >> plik.txt
~/skrypty-i-syfy/studia/rok2/programowanie-zaawansowane/p1/git-test % git commit -am "uzupelnienie
plik.txt"
[master 40694c2] uzupełnienie plik.txt
1 file changed, 1 insertion(+)
```

Rys. 2.5. Commit nr. 2

Na rys. 2.5, został utworzony kolejny commit, dodający zmiany do `plik.txt`.

```
~/skrypty-i-syfy/studia/rok2/programowanie-zaawansowane/p1/git-test % git log
commit 40694c2e73758368445cb817f4524ee5c5afbece (HEAD -> master)
Author: mattys1 <mattys0082@gmail.com>
Date:   Wed Nov 6 16:26:07 2024 +0100

    uzupełnienie plik.txt

commit bb3b898df760395b5763575e204c3c43b513d2f6
Author: mattys1 <mattys0082@gmail.com>
Date:   Wed Nov 6 16:12:31 2024 +0100

    utworzenie plik.txt
```

Rys. 2.6. Log gita

Jak na rys. 2.6 jest pokazane, używając komendy `git log`, można wyświetlić log commitów w repozytorium.

```
~/skrypty-i-syfy/studia/rok2/programowanie-zaawansowane/p1/git-test % git checkout bb3b898df760395b5763575e204c3c43b513d2f6
Note: switching to 'bb3b898df760395b5763575e204c3c43b513d2f6'.

You are in 'detached HEAD' state. You can look around, make experimental
changes and commit them, and you can discard any commits you make in this
state without impacting any branches by switching back to a branch.

If you want to create a new branch to retain commits you create, you may
do so (now or later) by using -c with the switch command. Example:

    git switch -c <new-branch-name>

Or undo this operation with:

    git switch -

Turn off this advice by setting config variable advice.detachedHead to false

HEAD is now at bb3b898 utworzenie plik.txt
~/skrypty-i-syfy/studia/rok2/programowanie-zaawansowane/p1/git-test % echo plik.txt
plik.txt
```

Rys. 2.7. Demonstracja checkout

Jak widać na rys. 2.7, komenda `git checkout`, pozwala na przejście repozytorium w inny stan, w tym przypadku przechodzi się do commita o danym ID, pokazanym na rys. 2.6. Jako, że jest to pierwszy commit, nie ma w nim zmian z drugiego.

2.3. Doxygen

Doxygen[3] jest narzędziem automatycznie generującym dokumentację programu z komentarzy w kodzie źródłowym. Potrafi on generować strony HTML, gdzie można dynamicznie nawigować się między różnymi częściami kodu oraz pliki \LaTeX , które można konwertować na różne, statyczne formaty.

2.4. Github Copilot

GitHub Copilot[4] to model LLM oferowany przez GitHub - może on analizować kod źródłowy i funkcjonować jako zaawansowany autocompleter lub asystent potrafiący tworzyć proste fragmenty. Jest on bezpośrednio zintegrowany z wieloma narzędziami Microsoftu, takimi jak Visual Studio Code czy zwykłe Visual Studio. Jednak, jest on dostępny również jako rozszerzenie do innych edytorów, jak Neovim, którego instalacja przy użyciu menagera pluginów Lazygit jest ukazana na rys. 2.8.

A screenshot of a code editor showing a Vim configuration snippet. The code is written in a dark theme with syntax highlighting. It defines a function to install the Github Copilot plugin and sets a keymap for the 'n' key to call the 'Copilot' command. The code is as follows:

```
return {  
  "github/copilot.vim",  
  config = function()  
    vim.keymap.set('n', '<leader>cp', function ()  
      vim.cmd('Copilot')  
    end, { noremap = true, silent = true })  
  end  
}
```

Rys. 2.8. Plik instalacyjny Plugina Copilot

W Visual Studio jest on zainstalowany domyślnie.

3. Projektowanie

3.1. Implementacja macierzy

Do zaimplementowania Macierzy zostanie użyty Język C++ z kompilatorem g++ oraz MSVC. Wersja standardu C++ to C++23. Jako, że projekt ma być rozdzielony na dwa pliki, zostanie zastosowany CMake w celu automatyzacji procesu budowania. CMake pozwala na generowanie plików budujących dany projekt, zgodnie z określoną konfiguracją. Oszczędza to programiście, szczególnie przy większych projektach, manualne pisanie Makefileów. Plik konfiguracyjny CMakeLists.txt może wyglądać jak na rysunku

```
1  cmake_minimum_required(VERSION 3.15)
2
3  set(PROJECT_NAME proj4)
4
5  project(${PROJECT_NAME} VERSION 0.1 LANGUAGES CXX)
6
7  set(CMAKE_CXX_STANDARD 23)
8  set(CMAKE_CXX_STANDARD_REQUIRED ON)
9  set(CMAKE_EXPORT_COMPILE_COMMANDS True)
10 set(CMAKE_RUNTIME_OUTPUT_DIRECTORY ${CMAKE_CURRENT_LIST_DIR}/out)
11
12 add_subdirectory(src)
13
```

Listing 1. Plik konfiguracyjny CMake

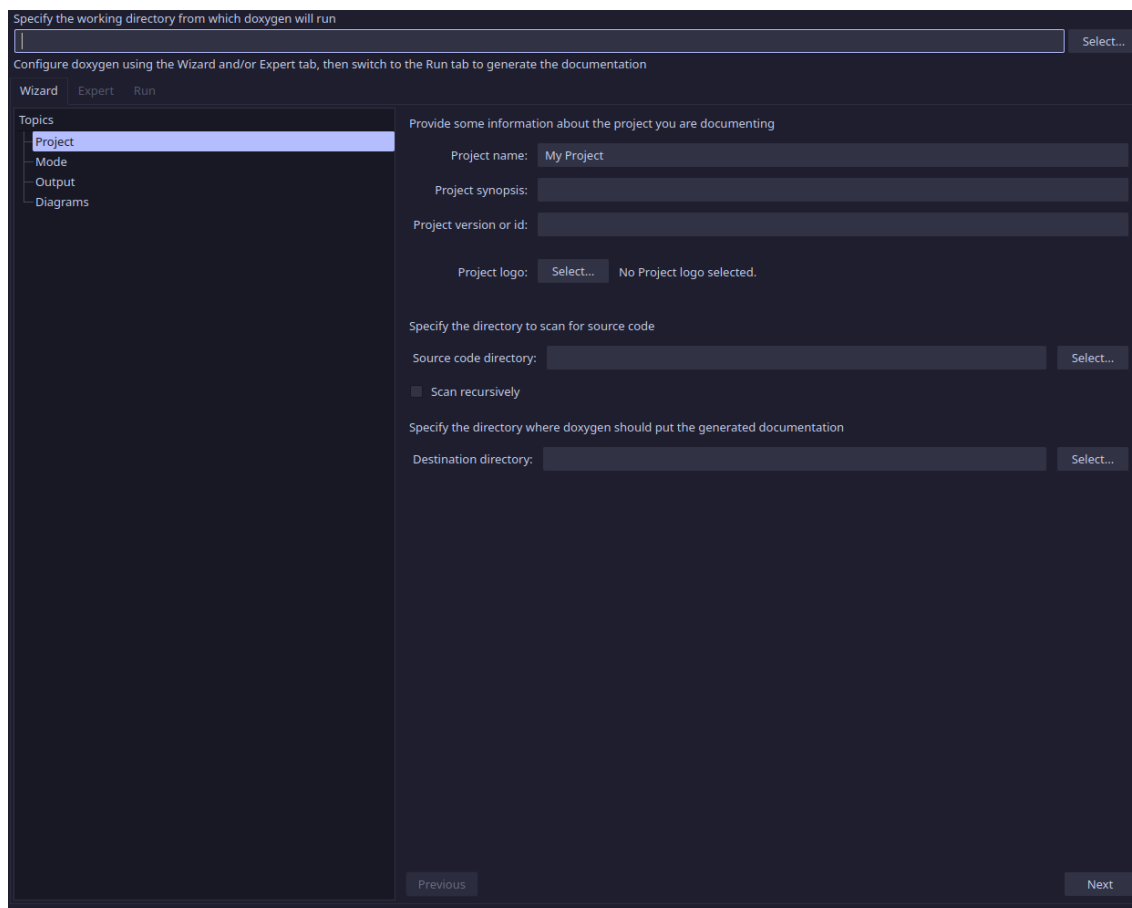
Edytorem będzie program Neovim oraz Visual Studio 2022 Community Edition. Jest to terminalowy edytor tekstu z możliwością poszerzenia funkcjonalności przy użyciu wszelkiego rodzaju pluginów. Wybrany został, dlatego że jest on już skonfigurowany na moim komputerze zgodnie z moimi preferencjami. Visual Studio jest zintegrowanym środowiskiem deweloperskim stworzonym i rozwijanym przez firmę Microsoft.

3.2. Git

Dla ułatwienia pracy, zastosowany został front-end dla gita o nazwie lazygit. Jest to terminalowy program, którego główną zaletą jest łatwa nawigacja przy użyciu klawiatury. Ponadto, jest on lekki i szybki.

3.3. Doxygen

Konfiguracja dla Doxygena jest wygenerowana przy użyciu programu doxywizard, pokazany na rys. 3.1, pozwalającego na graficzne zmienianie ustawień. Po wygenerowaniu konfiguracji, Doxygen wywoływany jest przy użyciu komendy.



Rys. 3.1. Interfejs programu doxywizard

3.4. Github Copilot

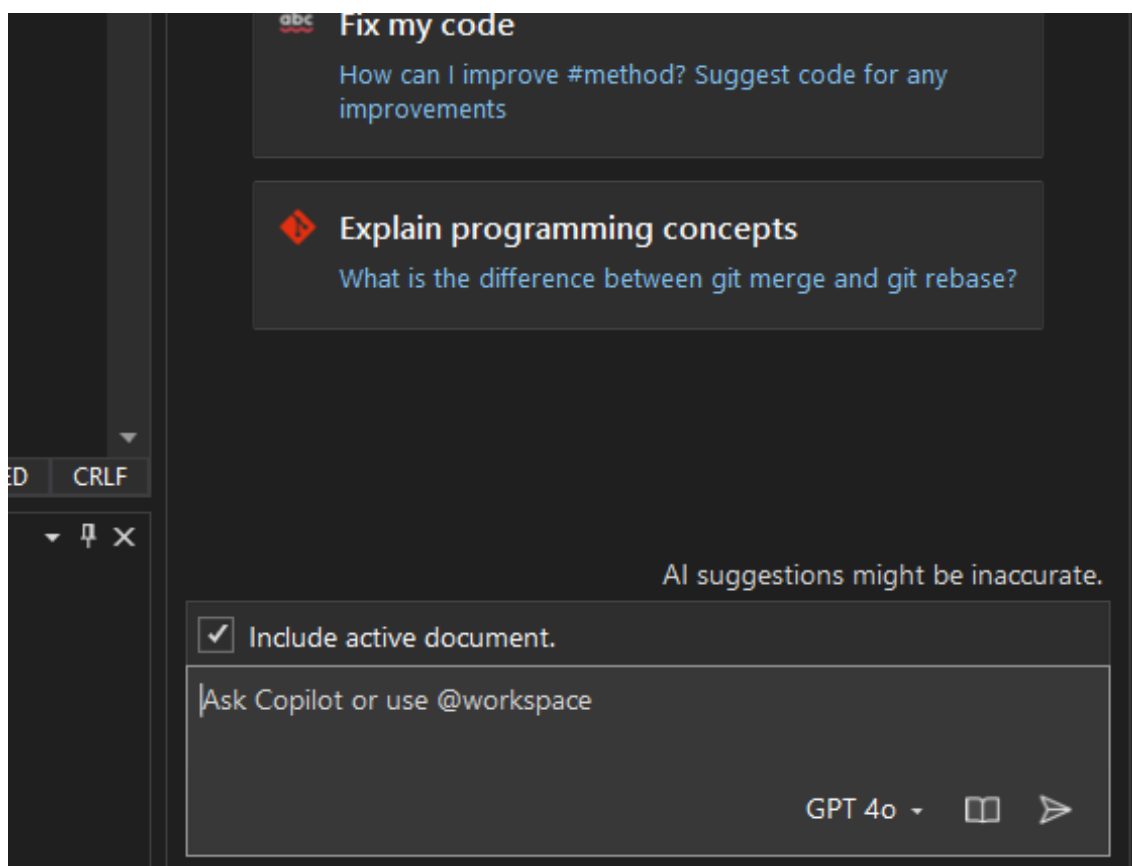
Do napisania programu do pomocy został wykorzystany Github Copilot. Z pomocy kopilota można skorzystać na 3 sposoby. Sposób pierwszy - poprzez podpowiedzi generowane przez copilota które są oznaczone kolorem szarym, co pokazano na rysunku nr 3.2.

```
#include <iostream>

int main()
{
    int choice;
    std::cout << "Choose a number between 1 and 3: ";
    std::cin >> choice;
    if(choice == 1)
    {
        std::cout << "You chose 1" << std::endl;
    }
    else if(choice == 2)
    {
        std::cout << "You chose 2" << std::endl;
    }
    else if(choice == 3)
    {
        std::cout << "You chose 3" << std::endl;
    }
    else
    {
        std::cout << "You chose a number that is not between 1 and 3" << std::endl;
    }
    return 0;
}
```

Rys. 3.2. Sugerowanie przez copilot

Sposób drugi to standardowe okienko chat gdzie można zapytać go o rzeczy związane z kodem, przedstawione zostało na rysunku nr 3.3



Rys. 3.3. okienko chat Copilot

Trzeci sposób to wykorzystanie komentarzy jako poleceń co ma zrobić copilot, jak pokazano na rysunku nr 3.4

```
// Funkcja kalkulatora dodająca, odejmująca, mnożąca i dzieląca dwie liczby
int kalkulator(int a, int b, char dzialanie)
{
    if (dzialanie == '+')
    {
        return a + b;
    }
    else if (dzialanie == '-')
    {
        return a - b;
    }
    else if (dzialanie == '*')
    {
        return a * b;
    }
    else if (dzialanie == '/')
    {
        return a / b;
    }
    else
    {
        return 0;
    }
}
```

Rys. 3.4. Zastosowanie komentarzy do generowania kodu

4. Implementacja

4.1. Klasa Matrix

Klasa jest zaimplementowana jako jeden plik .hpp. Nie jest podzielona na plik implementacji oraz nagłówek, ponieważ jest ona szablonem. Deklaracja klasy oraz prywatne elementy wyglądają tak jak na listingu nr. 2.

```
1  template <typename T>
2  class Matrix {
3      private:
4          std::vector<std::vector<T>> data;
5
6      public:
7
8          Matrix(void) {}
9
10         Matrix(int n) : data(n, std::vector<T>(n)) {}
11
12         Matrix(int n, int* t) : data(n, std::vector<T>(n)) {
13             for(auto& row : data){
14                 row = {t, t + n};
15                 t += n;
16             }
17         }
18
19         Matrix(Matrix const& m) : data(m.data) {}
20
21         void wypisz(void) {
22             for(const auto& row : data){
23                 for(const auto& elem : row) {
24                     std::print("{} ", elem);
25                 }
26                 std::println();
27             }
28         }
29
30         Matrix& alokuj(int n){
31             if(data.size() == 0){
32                 data.resize(n, std::vector<T>(n));
33             } else {
34                 if(data.size() < n){
35                     data.resize(n, std::vector<T>(n));
36                 }
37             }
```

```
38     return *this;
39 }
40
41 int pokaz(int x, int y) const {
42     return data[x][y];
43 }
44
45 Matrix& dowroc(void) {
46     Matrix<T> temp(data.size());
47
48     for(int i = 0; i < data.size(); i++){
49         for(int j = 0; j < data.size(); j++){
50             temp.data[i][j] = data[j][i];
51         }
52     }
53
54     *this = temp;
55     return *this;
56 }
57
58 Matrix& losuj(void) {
59     std::random_device rd;
60     std::mt19937 gen(rd());
61     std::uniform_int_distribution dis(0, 9);
62
63     for(int i = 0; i < data.size(); i++){
64         for(int j = 0; j < data.size(); j++){
65             data[i][j] = dis(gen);
66         }
67     }
68     return *this;
69 }
70
71 Matrix& losuj(int x) {
72     if (data.size() == 0) return *this;
73
74     std::random_device rd;
75     std::mt19937 gen(rd());
76     std::uniform_int_distribution<> dis(0, 9);
77
78     int n = (int)data.size();
79     for (int i = 0; i < x; i++) {
80         int a = dis(gen) % n;
81         int b = dis(gen) % n; // j.w.
82         data[a][b] = dis(gen);
```

```
83     }
84     return *this;
85 }
86
87 Matrix& diagonalna(const int* t) {
88     for(int i = 0; i < data.size(); i++){
89         for(int j = 0; j < data.size(); j++){
90             if(i == j){
91                 data[i][j] = t[i];
92             } else {
93                 data[i][j] = 0;
94             }
95         }
96     }
97     return *this;
98 }
99
100 Matrix& diagonalna_k(int k, const int* t) {
101     for(int i = 0; i < data.size(); i++){
102         for(int j = 0; j < data.size(); j++){
103             if(i == j + k){
104                 data[i][j] = t[j];
105             } else {
106                 data[i][j] = 0;
107             }
108         }
109     }
110     return *this;
111 }
112
113 Matrix& kolumna(int x, const int* t) {
114     for(int i = 0; i < data.size(); i++){
115         data[i][x] = t[i];
116     }
117     return *this;
118 }
119
120 Matrix& wiersz(int x, const int* t) {
121     for(int i = 0; i < data.size(); i++){
122         data[x][i] = t[i];
123     }
124     return *this;
125 }
126
127 Matrix& przekatna(void) {
```

```
128     for(int i = 0; i < data.size(); i++){
129         for(int j = 0; j < data.size(); j++){
130             if(i == j){
131                 data[i][j] = 1;
132             } else {
133                 data[i][j] = 0;
134             }
135         }
136     }
137     return *this;
138 }
139
140 Matrix& pod_przekatna(void) {
141     for(int i = 0; i < data.size(); i++){
142         for(int j = 0; j < data.size(); j++){
143             if(i > j){
144                 data[i][j] = 1;
145             } else {
146                 data[i][j] = 0;
147             }
148         }
149     }
150     return *this;
151 }
152
153 Matrix& nad_przekatna(void) {
154     for(int i = 0; i < data.size(); i++){
155         for(int j = 0; j < data.size(); j++){
156             if(i < j){
157                 data[i][j] = 1;
158             } else {
159                 data[i][j] = 0;
160             }
161         }
162     }
163     return *this;
164 }
165
166 Matrix& wstaw(int x, int y, int wartosc) {
167     data[x][y] = wartosc;
168     return *this;
169 }
170
171 Matrix& szachownica(void) {
172     for (int i = 0; i < (int)data.size(); i++) {
```



```
173         for (int j = 0; j < (int)data.size(); j++) {
174             data[i][j] = ((i + j) % 2 == 0) ? 0 : 1;
175         }
176     }
177     return *this;
178 }
179
180 Matrix& operator+(Matrix const& m) {
181     if (data.size() != m.data.size()) {
182         return *this;
183     }
184
185     for (int i = 0; i < (int)data.size(); i++) {
186         for (int j = 0; j < (int)data.size(); j++) {
187             data[i][j] += m.data[i][j];
188         }
189     }
190     return *this;
191 }
192
193 Matrix& operator*(Matrix const& m) {
194     int n = (int)data.size();
195     if (n == 0 || n != (int)m.data.size()) {
196         return *this;
197     }
198
199     Matrix<T> result(n);
200     for (int i = 0; i < n; i++) {
201         for (int j = 0; j < n; j++) {
202             T sum = 0;
203             for (int k = 0; k < n; k++) {
204                 sum += data[i][k] * m.data[k][j];
205             }
206             result.data[i][j] = sum;
207         }
208     }
209     *this = result;
210     return *this;
211 }
212
213 Matrix& operator+(int a) {
214     for (auto& row : data) {
215         for (auto& elem : row) {
216             elem += a;
217         }
218     }
219 }
```

```
218     }
219     return *this;
220 }
221
222 Matrix& operator*(int a) {
223     for (auto& row : data) {
224         for (auto& elem : row) {
225             elem *= a;
226         }
227     }
228     return *this;
229 }
230
231 Matrix& operator-(int a) {
232     for (auto& row : data) {
233         for (auto& elem : row) {
234             elem -= a;
235         }
236     }
237     return *this;
238 }
239
240 friend Matrix operator+(int a, Matrix const& m) {
241     Matrix result(m);
242     for (auto& row : result.data) {
243         for (auto& elem : row) {
244             elem = a + elem;
245         }
246     }
247     return result;
248 }
249
250 friend Matrix operator*(int a, Matrix const& m) {
251     Matrix result(m);
252     for (auto& row : result.data) {
253         for (auto& elem : row) {
254             elem = a * elem;
255         }
256     }
257     return result;
258 }
259
260 friend Matrix operator-(int a, Matrix const& m) {
261     Matrix result(m);
262     for (auto& row : result.data) {
```

```
263     for (auto& elem : row) {
264         elem = a - elem;
265     }
266 }
267 return result;
268 }
269
270 Matrix& operator++(int) {
271     for (auto& row : data) {
272         for (auto& elem : row) {
273             elem += 1;
274         }
275     }
276     return *this;
277 }
278
279 Matrix& operator--(int) {
280     for (auto& row : data) {
281         for (auto& elem : row) {
282             elem -= 1;
283         }
284     }
285     return *this;
286 }
287
288 Matrix& operator+=(int a) {
289     for (auto& row : data) {
290         for (auto& elem : row) {
291             elem += a;
292         }
293     }
294     return *this;
295 }
296
297 Matrix& operator-=(int a) {
298     for (auto& row : data) {
299         for (auto& elem : row) {
300             elem -= a;
301         }
302     }
303     return *this;
304 }
305
306 Matrix& operator*=(int a) {
307     for (auto& row : data) {
```

```
308     for (auto& elem : row) {
309         elem *= a;
310     }
311 }
312 return *this;
313 }
314
315 Matrix& operator()(double a) {
316     int val = (int)std::floor(a);
317     for (auto& row : data) {
318         for (auto& elem : row) {
319             elem += val;
320         }
321     }
322     return *this;
323 }
324
325 friend std::ostream& operator<<(std::ostream& o, Matrix const&
m) {
326     for (const auto& row : m.data) {
327         for (const auto& elem : row) {
328             o << elem << " ";
329         }
330         o << "\n";
331     }
332     return o;
333 }
334
335 bool operator==(const Matrix& m) const {
336     if (data.size() != m.data.size() || data[0].size() != m.data
[0].size()) return false;
337     for (int i = 0; i < (int)data.size(); i++) {
338         for (int j = 0; j < (int)data[i].size(); j++) {
339             if (data[i][j] != m.data[i][j]) return false;
340         }
341     }
342     return true;
343 }
344
345 bool operator>(const Matrix& m) const {
346     if (data.size() != m.data.size() || data[0].size() != m.data
[0].size()) return false;
347     for (int i = 0; i < (int)data.size(); i++) {
348         for (int j = 0; j < (int)data[i].size(); j++) {
349             if (!(data[i][j] > m.data[i][j])) return false;
```

```

350     }
351 }
352 return true;
353 }
354
355 bool operator<(const Matrix& m) const {
356     if (data.size() != m.data.size() || data[0].size() != m.data
[0].size()) return false;
357     for (int i = 0; i < (int)data.size(); i++) {
358         for (int j = 0; j < (int)data[i].size(); j++) {
359             if (!(data[i][j] < m.data[i][j])) return false;
360         }
361     }
362     return true;
363 }
364 };

```

Listing 2. Klasa Matrix

Klasa posiada tylko jedno prywatne pole, którym jest `std::vector<std::vector<T>>` `data`. oraz publiczne metody takie jak:

- Konstruktor domyslny
- Konstruktor z rozmiarem macierzy
- 3 metody podstawowe, takie jak wypisz, alokuj, pokaz.
- Pozostałe metody

Metody zostaną opisane poniżej.

- `wypisz()`
Jest odpowiedzialna za wyświetlanie elementów macierzy w konsoli. Pętla zewnętrzna jest odpowiedzialna za przechodzenie przez wiersze macierzy a wewnętrzna przez elementy wiersza.
- `alokuj()`
Jest odpowiedzialna za alokowanie pamięci dla macierzy o rozmiarze $n \times n$. Jeżeli macierz jest pusta to tworzy nową macierz, jeżeli jest mniejsza od n to zmienia jej rozmiar na $n \times n$.
- `pokaz()`
Zwraca wartość elementu na pozycji x, y w macierzy.

- `dowroc()`

Jest odpowiedzialna za zamianę wierszy z kolumnami. Tworzy tymczasową macierz `temp` aby wypełnić ją wartościami transponowanymi względem macierzy wejściowej. Następnie zastępuje bieżącą macierz nowymi wartościami.

- `losuj()`

Tworzy generator liczb pseudolosowych od 0 do 9 a następnie przy pomocy pętli `for` wypełnia całą macierz losowymi wartościami z zakresu.

- `losuj_x_elementów()`

Zasada działania jest podobna do poprzedniej metody `losuj` z zakresu ale tutaj losujemy `x` elementów.

- `szachownica()`

Tworzy wzór szachownicy, gdzie pola mają wartość albo 0 albo 1, dzieje się to przy pomocy warunku $(i+j) \bmod 2 == 0$.

- `porównania()`

Sprawdza czy wszystkie elementy obu macierzy są równe.

5. Wnioski

Nie należy ignorować narzędzi AI jak Copilot i uznawać je jako jakieś tymczasowe zabawki dla deweloperów, które kiedyś wyjdą z mody. Nawet w swoim obecnym stanie, sam fakt, że po napisaniu `for`, jednym kliknięciem taba, *najprawdopodobniej* Copilot wytworzy nam sensowną pętlę *biorąc pod uwagę kontekst szerszego programu* jest bez dwóch zdań bardzo użyteczny, po prostu przez to, że oszczędza to programiście czas. Ponadto, narzędzia te są świetnymi wyszukiwarkami, co szczególnie się tyczy modeli, które mają dostęp do internetu. Nie trzeba praktycznie walczyć z zareklamowanym po kark Google i przeszukiwać napisanych przez boty stron - taki model automatycznie "przesieje" internet i pokaże nam informacje, które faktycznie dotyczą naszego zapytania. No, chyba że o to co się pytamy jest rzeczą niszową.

Niektórym (najbardziej to inwestorom w firmy zajmujące się AI) wydaje się, że LLM może za człowieka myśleć. Po części to prawda - jeżeli przed modelem o danym problemie myśleli inni - im więcej głowili się tym lepiej - i te przemyślenia gdzieś upublicznili, to LLM błyskawicznie może sięgnąć po tego problemu rozwiązanie. Ba, może nawet je po części zmodyfikować. Problem pojawia się, jeżeli zaczniemy naciskać na biednego chatbota. Fakty są następujące: LLM potrzebuje bardzo dużej ilości informacji o danym koncepcie, aby go opanować oraz LLM słabo potrafi rozumować, to jest, syntezować znane już informacje w nowe. Praktycznie, objawia się to gdy zapytamy się chatbota o rzecz, o której się mało mówi.

Osobiście mogę przytoczyć przykład próby zrozumienia API `pipewire`[\[5\]](#). Jest to projekt zajmujący się zarządzaniem strumieniami audio (takimi z aplikacji) na Linuxie. Rzecz, z natury niszowa. Chciałem przechwycić wyjście jednej aplikacji i uzyskać na bieżąco sample jakie wysyła. Ile to było bawienia się z ChatemGPT, prób wypłucia przez niego programu który się nie segfaultuje - głównie dlatego, że nie chciało mi się czytać dokumentacji. Czat podczas treningu pewnie przeczytał - ale mało co z tego wyciągnął, bo strona z API to było jedno z niewielu miejsc, gdzie owo API było opisane. W końcu okazało się, że na stronie był przykład programu, który robił prawie to samo co chciałem i jedyne co ChatGPT mi dał to powód do przeczytania dokumentacji.

Pytać się można czy LLMy zastąpią programistów. Wydaje mi się, że - jeżeli nie teraz to za parę lat - programiści, których praca składa się z kopiowania zapytań o najnowszy framework JS ze Stack Overflowa i wklejania, faktycznie są zagrożeni, bo LLMy właściwie robią to, ale szybciej i taniej. Lecz programiści, którzy faktycznie tworzą coś nowego, faktycznie tworzą projekty wcześniej niedokonane, stoją na czele innowacji lub nią są - nie mają się czym martwić na długo.

Co do samego Copilota, to używa się go przyjemnie jak sensownie pisze, choć nie lubię tego, że pokazuje tekst w tej samej linii co kod. Odwraca to uwagę podczas pisania, trzeba zatrzymać się, przeczytać co on sugeruje i najprawdopodobniej kontynuować z pisaniem tego co się chciało. Wolałbym gdyby podpowiedzi były w formacie zwykłego autocompletea jak np. snippety.

Bibliografia

- [1] *Artykuł Wikipedii o macierzy*. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Matrix_\(mathematics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Matrix_(mathematics)).
- [2] *Strona Gita*. URL: <https://git-scm.com/>.
- [3] *Strona Doxygena*. URL: <https://www.doxygen.nl/>.
- [4] *Strona GitHub Copilot*. URL: <https://github.com/features/copilot>.
- [5] *Strona PipeWire*. URL: <https://pipewire.org/>.

Spis rysunków

2.1. Przykładowa macierz	4
2.2. Puste repozytorium git	5
2.3. Stworzenie pliku w repozytorium	5
2.4. Commit nr. 1	5
2.5. Commit nr. 2	5
2.6. Log gita	6
2.7. Demonstracja checkout	6
2.8. Plik instalacyjny Plugina Copilot	7
3.1. Interfejs programu doxywizard	9
3.2. Sugerowanie przez copilot	10
3.3. okienko chat Copilot	11
3.4. Zastosowanie komentarzy do generowania kodu	12

Spis tabel

Spis listingów

1.	Plik konfiguracyjny CMake	8
2.	Klasa <code>Matrix</code>	13