

# **Sprawozdanie** programu grapher

Szymon Półtorak i Sebastian Sikorski

14.04.2022r

## **Streszczenie**

Niniejszy dokument jest sprawozdaniem z prac projektowych w ramach projektu *grapher* w języku C. W dokumencie został przypomniany cel projektu, opisana struktura folderów, diagram modułów, przedstawione wywołania programu wraz z ich wynikami. Podsumowaliśmy projekt oraz współpracę i wysnuliśmy wnioski na temat tego przedsięwzięcia.

# Spis treści

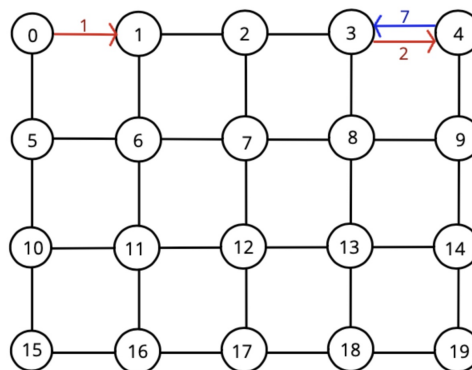
1	Cel projektu . . . . .	2
2	Struktura programu . . . . .	2
	2.1 Struktura folderów . . . . .	3
	2.2 Diagram modułów . . . . .	3
3	Kompilacja programu . . . . .	4
4	Przykładowe wywołania i wyniki programu . . . . .	5
	4.1 Plik wejściowy dla trybów generujących . . . . .	5
	4.2 Wage Mode . . . . .	5
	4.3 Edge Mode . . . . .	5
	4.4 Random Mode . . . . .	5
	4.5 Read Mode z flagą Standard . . . . .	5
	4.6 Read Mode z flagą Extended . . . . .	5
5	Zmiany względem specyfikacji . . . . .	6
	5.1 Diagram modułów . . . . .	6
	5.2 Obsługiwane błędy . . . . .	6
	5.3 Zmiany w strukturach . . . . .	7
	5.4 Wywoływanie programu . . . . .	8
	5.5 Struktura folderów . . . . .	9
	5.6 Makefile . . . . .	9
	5.7 Zmiany w funkcjach . . . . .	9
6	Podsumowanie projektu . . . . .	9
7	Wnioski . . . . .	9

## 1 Cel projektu

Celem projektu było stworzenie programu mającego za zadanie generowanie grafów, sprawdzanie ich spójności oraz wyszukiwanie w nich najkrótszej ścieżki między zadanymi przez użytkownika punktami. Grafi są typu *kartka w kratkę*.

- Wage Mode – program generuje graf o losowych wagach dróg między wierzchołkami w taki sposób, że jest on spójny,
- Edge Mode – program losuje istnienie krawędzi między wierzchołkami grafu oraz wagi do momentu powstania grafu spójnego. Do sprawdzania wykorzystuje algorytm BFS,
- Random Mode – program losuje wagi dróg oraz krawędzie między wierzchołkami. W tym trybie graf może być niespójny,
- Read Mode – program odczytuje odpowiednio sformatowany plik i szuka najkrótszej ścieżki między podanymi przez użytkownika punktami za pomocą algorytmu Dijkstry. Format pliku zostanie opisany w osobnej podsekcji, sekcji trzeciej.

Struktura grafu oparta jest na koncepcji "kartka w kratkę" tzn. graf składa się z wierzchołków równo rozmieszczonych na liniach poziomych i pionowych wyznaczanych przez liczbę wierszy i kolumn. Jedyne połączenia zachodzące między wierzchołkami dozwolone są pionowo i poziomo co pokazuje poniższy diagram, na którym zostały zaznaczone jedynie wagi wybranych krawędzi aby zachować czytelność całego diagramu, jednocześnie obrazując schemat połączeń.

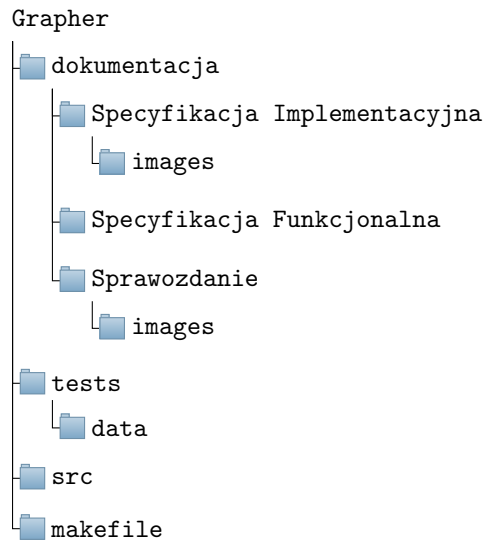


Rysunek 1: Przykład grafu typu "kartka w kratkę"

## 2 Struktura programu

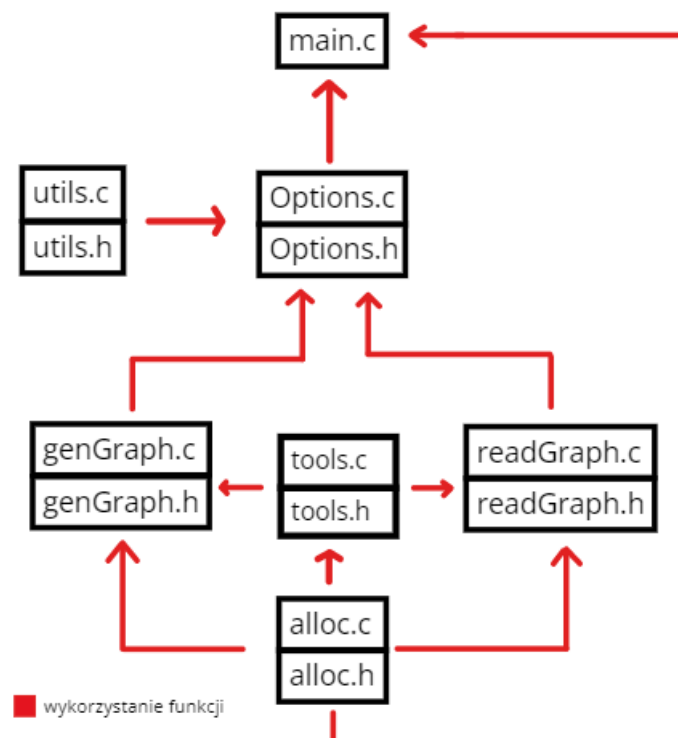
Program *grapher* składa się z 4 folderów nadrzędnych zawierających jego poszczególne elementy. Folder *dokumentacja* zawiera dokumenty opisujące projekt, czyli: specyfikację funkcjonalną i implementacyjną oraz końcowe sprawozdania z projektu. Są w nich pliki *\*.pdf*, zdjęcia w formacie *\*.png* i *\*.jpg* oraz kod źródłowy tych dokumentów w formacie *\*.tex*. Folder *tests* zawiera kod odpowiedzialny za przeprowadzanie testów programu, natomiast folder *src* zawiera pliki z kodem źródłowym oraz pliki nagłówkowe programu *grapher*.

## 2.1 Struktura folderów



## 2.2 Diagram modułów

Projekt *grapher* składa się z modułów: *alloc*, *readGraph*, *genGraph* oraz *utils*. Każdy moduł składa się z pliku nagłówkowego *\*.h* oraz pliku z kodem źródłowym *\*.c*. Posiada on również główny moduł *main* sterujący działaniem całego programu i składa się on tylko z pliku źródłowego *main.c*.



Rysunek 2: Diagram modułów

### 3 Kompilacja programu

Program trzeba najpierw skompilować w katalogu głównym projektu. Poniżej przedstawiamy wszystkie komendy możliwe do użycia:

- `make` – podstawowa kompilacja programu *grapher*,
- `make clean` – usuwa z programu wszystkie pliki robocze oraz skompilowany plik do uruchamiania programu *grapher*,
- `make wm` – kompiluje program i uruchamia go w trybie *wage mode* z góry zakładanymi danymi,
- `make rem` – robi to samo co powyższa komenda ale uruchamia program w trybie *random mode*,
- `make em` – wykonuje to samo co powyższe 2 instrukcje ale uruchamia program w trybie *edge mode*,
- `make rm_s` – również wykonuje to samo zadanie ale program korzysta z trybu *read mode* z flagą *standard*,
- `make rm_e` – działa identycznie jak powyższa z tą różnicą, że z flagą *extended*
- `make test` – komenda służy do wykonania testów funkcji programu.

## 4 Przykładowe wywołania i wyniki programu

W tym rozdziale przedstawimy wywołania programu wraz z ich wynikami dla różnych scenariuszów aby ukazać jak nasz program działa.

### 4.1 Plik wejściowy dla trybów generujących

W trybach generujących może to być plik pusty ale może to być również plik z danymi z tym, że zostanie on w całości nadpisany.

### 4.2 Wage Mode

Wywołanie:

```
./grapher -wm -rows 4 -start 1 -file wg.test -end 10 -columns 5
```

Wynik:

### 4.3 Edge Mode

Wywołanie:

```
./grapher -em -rows 5 -file em.test -end 20 -columns 7 -start 5
```

Wynik:

### 4.4 Random Mode

Wywołanie:

```
./grapher -rem -file rem.test -end 10 -rows 6 -start 1 -columns 7
```

Wynik:

### 4.5 Read Mode z flagą Standard

Plik wejściowy :

Wywołanie:

```
./grapher -rm -file rm_s.test -points 1,5,4,8 -standard
```

Wynik:

### 4.6 Read Mode z flagą Extended

Plik wejściowy :

Wywołanie:

```
./grapher -rm -extended -points 2,7,3,11 -file rm_e.test
```

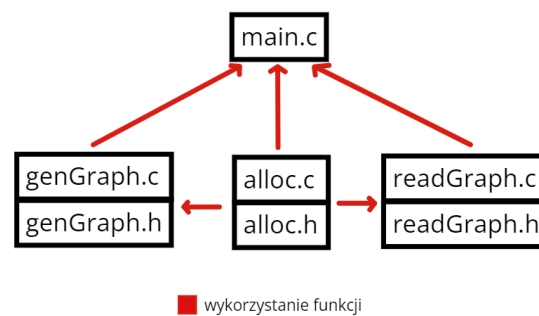
Wynik:

## 5 Zmiany względem specyfikacji

W nieniejszym rozdziale opisujemy zmiany jakie zaszły między specyfikacją funkcjonalną i implementacyjną, a wersją finalną programu.

### 5.1 Diagram modułów

Z powodu potrzeby dodania nowego modułu zmienił się również diagram modułów. Doszedł moduł *utils* wspomagający pracę *maina* w zakresie obsługi błędów. Zostały dodane trzy nowe moduły *tools*, *options* oraz *utils*. Ten pierwszy przechowuje funkcje odpowiedzialne za kolejkę oraz sprawdzanie spójności grafu, drugi wspomaga działanie *maina* w taki sposób, że przejmuje jego odpowiedzialność w zakresie wywoływania funkcji odpowiadających za działanie trybów oraz za przypisywanie wartości z wywołania programu. Moduł *utils* jest modulem współpracującym z *options*. Pomaga on w sprawdzaniu danych wejściowych oraz weryfikuje podanie wszystkich niezbędnych wartości. Poniżej pokażemy starą wersję diagramu modułów, a wersja najnowsza jest przedstawiona wyżej.



Rysunek 3: Diagram modułów – stara wersja

### 5.2 Obsługiwane błędy

W trakcie pisania programu napotkaliśmy na sytuację, które wymagają zdefiniowania nowych błędów żeby użytkownik wiedział, dlaczego program się wyłączył. Niestety okazało się również, że nasze kody błędów były zbyt duże i program nie mógł zwracać takich wartości dlatego musieliśmy podjąć decyzję o ich zmianie.

Poniższa tabela zawiera wszystkie zadeklarowane błędy w programie:



Nazwa Błędu	Kod	Wyjaśnienie błędu
NO_MODE_FOUND	226	Niepoprawny tryb lub jego brak
NO_FILE_FOUND	231	Nie podano pliku lub plik nie istnieje
WRONG_NUM_OF_ROWS	232	Podano niepoprawną liczbę wierszy
WRONG_NUM_OF_COL	233	Podano niepoprawną liczbę kolumn
WRONG_RANGE_OF_WAGES	234	Zły zakres losowania wartości wag
NO_FLAG_FOUND	235	Nie podany flagi w trybie Read Mode
WRONG_POINTS	228	Podano nieistniejący punkt lub ich złą liczbę
NO_COHERENT	237	Graf jest niespójny
NULL_POINTER_EXCEPTION	228	Alokacja pamięci się nie udała
NOT_READ_MODE	229	Użyto flagi w trybie do generacji, ale działającej tylko w Read Mode
MULTIPLE_MODE_DECLARATION	230	Dokonano próby nadpisania zadeklarowanego wcześniej trybu programu
WRONG_MODE	227	Użyto flagi w trybie Read, ale działającej tylko w trybach generujących
INVALID_DATA	225	Nie podano wymagano argumentu lub podano flagę, która nie istnieje
NO_COL_ROWS_FOUND	223	W pliku do czytania nie znaleziono kolumn lub wierszy
NO_NODES_FOUND	220	W trybie nie znaleziono wierzchołków

### 5.3 Zmiany w strukturach

Struktury również przeszły małe modyfikacje spowodowane nieprzewidzianymi potrzebami. Zaprezentujemy je poniżej.

- **struct entryRead** – ta struktura otrzymała nową zmienną *numberPoints* odpowiedzialną za przetrzymywanie liczby wszystkich punktów podanych przez użytkownika oraz zmieniliśmy typ zmiennej *printFlag* żeby móc sprawdzać poprawnie jego podanie. Dodano również dwie nowe zmienne *rows* i *columns* odpowiedzialne za przechowanie liczby wierzchołków i kolumn,

```
typedef struct entryRead {
    int rows;
    int columns;
    char* fileName;
    short int printFlag;
    int* points;
    int numberPoints;
} entryR;
```

- **struct graphRead** – została całkowicie usunięta, ponieważ podczas implementacji okazała się bezużyteczna,
- **struct node** – ta struktura otrzymała nową zmienną tablicową *nodeToConnect* oraz wszystkie tablice zostały zmienione ze wskaźników na tablice o określonym rozmiarze.

```
typedef struct node {
    bool edgeExist[4];
    double edgeWeight[4];
    int nodeToConnect[4];
} node;
```

## 5.4 Wywoływanie programu

Zmianom uległo samo wywołanie programu. Poprzednio zakładaliśmy, że użytkownik będzie musiał przestrzegać kolejności wywołania, ale w czasie pisania programu stwierdziliśmy, że jest to zadanie bezsensowne i teraz użytkownik może wprowadzać przy pomocy odpowiednich flag w dowolnej kolejności poza jednym wyjątek. Owym wyjątkiem jest tryb działania programu, który musi być podawany jako pierwszy argument wywołania programu. Teraz flagi wymagają od użytkownika podania liczb po niektórych flagach. Poniżej przedstawiamy składnię programu.

Dla trybów, które generują graf:

```
./grapher [tryb] [plik] [wiersze] [kolumny] [początek] [koniec]
```

Dla trybu Read mode:

```
./grapher [tryb] [plik] [flaga] [punkty]
```

Argumenty wymagające podania wartości:

- plik
- wiersze
- kolumny
- początek
- koniec
- punkty

Ważnym odnotowania faktem jest to, że punkty powinny zostawać podawane po przecinku przykładowo:

np.

```
./grapher -points 1,2,3,4
```

Poniżej w tabeli pokazujemy jak wyglądają wszystkie flagi wraz z ich, krótszymi wersjami jednoliterowymi oraz z krótkim opisem ich działania.

Flaga	Literkowy odpowiednik	Funkcja flagi
-points	-p	Służy do określenia punktów w trybie Read Mode.
-file	-f	Służy do załączania pliku, do którego zapisujemy graf lub, z którego czytamy graf.
-rows	-o	Służy do określania liczby wierszy w trybach generujących.
-columns	-c	Służy do wprowadzenia liczby kolumn w trybach generujących.
-start	-t	Pozwala określić początek przedziału losowania wag.
-end	-n	Służy do wprowadzania końca przedziału losowania wag.
-WM	-w	Ustawia tryb działania programu na Wage Mode.
-RM	-r	Ustawia tryb działania programu na Read Mode.
-ReM	-m	Ustawia tryb działania programu na Random Mode.
-EM	-e	Ustawia tryb działania programu na Edge Mode.
-standard	-s	Włącza standardowy sposób wyświetlania ścieżki
-enxtended	-x	Włącza rozszerzony sposób wyświetlania ścieżki

Na koniec dodam, że flagi dotyczące trybów mogą się składać z samych małych liter.

## 5.5 Struktura folderów

W obecnej strukturze zaprezentowanej w tym sprawozdaniu uwzględniliśmy folderu zawierający dokumentację projektu oraz odpowiedzialny za testy.

## 5.6 Makefile

Makefile został wzbogacony o nowe komendy, które opisane są w rozdziale *Kompilacja programu*. Poniżej przedstawiamy ich listę:

- `make wm`,
- `make rem`,
- `make em`,
- `make rm_s`,
- `make rm_e`.

## 5.7 Zmiany w funkcjach

Postanowiliśmy zrezygnować ze zmiennych będących wskaźnikami na wskaźniki, ponieważ stwierdziliśmy, że nie ma sensu ich stosować w przypadku naszego programu. Dzięki dodanym nowym modułom umiejscowienie funkcji się również zmieniło i niektóre funkcje stały się bardziej uniwersalne.

`int checkIfCoherentRead(graphR** graph, entryR* entry)` oraz  
`int checkIfCoherentGen(node** graph, entryG* entry)` zostało zastąpione jedną funkcją:

`bool checkIfCoherent(node* graph, int numOfNodes)`, która otrzymuje graf oraz liczbę wierzchołków i zwraca wartość *true* lub *false*.

`void printShortPath(entryR* entry, int* parents) → void printShortPath(entryR* entry, int* predecessors, int startPoint, int endPoint),`

`void printExtendedPath(entryR* entry, int* parents, double* weights) → void printExtendedPath(entryR* entry, int* predecessors, double* weights, int startPoint, int endPoint).`

## 6 Podsumowanie projektu

Projekt dotyczący grafów w języku C był realizowany od dnia 24.02.2022r do 14.04.2022r. W ramach niego powstały specyfikacja funkcjonalna i implementacyjna oraz moduły programu *grapher* takie jak: *alloc*, *main*, *genGraph*, *readGraph* i *utils*. Program można uruchamiać z wieloma flagami, które pozwalają na uruchomienie programu z dostosowanymi przez użytkownika wartościami. *Grapher* można uruchomić w czterech różnych trybach: *Wage*, *Random*, *Edge* oraz *Read*. W trybie *Read* użytkownik ma m.in. możliwość wybrania w jaki sposób wyświetlać najkrótszą ścieżkę między zadanymi przez użytkownika punktami dzięki flagom *-standard* i *-extended*. Program został gruntownie przetestowany, dlatego nie powinno być żadnych niespodziewanych zdarzeń.

## 7 Wnioski

Sprawdzanie spójności grafów oraz szukanie w nich najkrótszej ścieżki nie jest zadaniem szybkim i trywialnym, a wręcz przeciwnie jest to zadanie wymagające i skomplikowane. Bardzo pomocne w uproszczeniu tych zadań są algorytmy przeszukiwania wszerz (BFS) oraz Dijkstry. Znacząco usprawniły i uprościły wykonanie tych właśnie zadań. Przy takich projektach wymagające jest

również pilnowanie by program natrafiając na błąd informował dokładnie co i dlaczego się wydarzyło, oraz zapobieganie wyciekom pamięci. Z tym ostatnim wsparło nas narzędzie *valgrind*, które pozwoliło nam na skuteczną walkę z wyciekami.