

Grafy - Wprowadzenie

zajęcia 5.

Marcin Andrychowicz, Tomasz Kulczyński, Błażej Osiński

Co to jest graf?

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Graf

- jest to obiekt matematyczny, który można wyobrazić sobie jako mapę, zawierającą miasta i drogi
- składa się ze zbioru wierzchołków (miast) i krawędzi (dróg)
- dla wygody wierzchołki będziemy numerować kolejnymi liczbami naturalnymi $1, 2, \dots$
- oto przykładowy graf o 7 wierzchołkach i 8 krawędziach:



Co to jest graf?

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Graf

- jest to obiekt matematyczny, który można wyobrazić sobie jako mapę, zawierającą miasta i drogi
- składa się ze zbioru wierzchołków (miast) i krawędzi (dróg)
- dla wygody wierzchołki będziemy numerować kolejnymi liczbami naturalnymi $1, 2, \dots$
- oto przykładowy graf o 7 wierzchołkach i 8 krawędziach:



Co to jest graf?

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Graf

- jest to obiekt matematyczny, który można wyobrazić sobie jako mapę, zawierającą miasta i drogi
- składa się ze zbioru wierzchołków (miast) i krawędzi (dróg)
- dla wygody wierzchołki będziemy numerować kolejnymi liczbami naturalnymi $1, 2, \dots$
- oto przykładowy graf o 7 wierzchołkach i 8 krawędziach:



Co to jest graf?

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

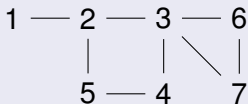
DFS

BFS

Problemy

Graf

- jest to obiekt matematyczny, który można wyobrazić sobie jako mapę, zawierającą miasta i drogi
- składa się ze zbioru wierzchołków (miast) i krawędzi (dróg)
- dla wygody wierzchołki będziemy numerować kolejnymi liczbami naturalnymi $1, 2, \dots$
- oto przykładowy graf o 7 wierzchołkach i 8 krawędziach:



Gdzie występują grafy?

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Przykładowe zastosowania grafów:

- Mamy daną mapę i chcemy wiedzieć czy z miasta A da się dojechać do miasta B .
- Mamy daną mapę i chcemy dowiedzieć się jak najszybciej można przejechać z miasta A do miasta B .
- Mamy dany zbiór zadań do wykonania i zbiór pracowników. Dla każdego zadania, wiemy, którzy pracownicy potrafią je wykonać. Chcemy wiedzieć, czy da się przydzielić każdemu pracownikowi co najwyżej jedno zadanie, tak aby wszystkie zadania zostały wykonane.

Gdzie występują grafy?

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Przykładowe zastosowania grafów:

- Mamy daną mapę i chcemy wiedzieć czy z miasta A da się dojechać do miasta B .
- Mamy daną mapę i chcemy dowiedzieć się jak najszybciej można przejechać z miasta A do miasta B .
- Mamy dany zbiór zadań do wykonania i zbiór pracowników. Dla każdego zadania, wiemy, którzy pracownicy potrafią je wykonać. Chcemy wiedzieć, czy da się przydzielić każdemu pracownikowi co najwyżej jedno zadanie, tak aby wszystkie zadania zostały wykonane.

Gdzie występują grafy?

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Przykładowe zastosowania grafów:

- Mamy daną mapę i chcemy wiedzieć czy z miasta A da się dojechać do miasta B .
- Mamy daną mapę i chcemy dowiedzieć się jak najszybciej można przejechać z miasta A do miasta B .
- Mamy dany zbiór zadań do wykonania i zbiór pracowników. Dla każdego zadania, wiemy, którzy pracownicy potrafią je wykonać. Chcemy wiedzieć, czy da się przydzielić każdemu pracownikowi co najwyżej jedno zadanie, tak aby wszystkie zadania zostały wykonane.

Oznaczenia

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Oznaczenia

- $V(G)$ - zbiór wierzchołków grafu G
- $E(G)$ - zbiór krawędzi grafu G
- notacja skrócona: V i E
- przykład:



$$V = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$$

$$E = \{(1, 2), (2, 3), (3, 4), (4, 5), (2, 5), (3, 6), (6, 7)\}$$

Oznaczenia

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Oznaczenia

- $V(G)$ - zbiór wierzchołków grafu G
- $E(G)$ - zbiór krawędzi grafu G
- notacja skrócona: V i E
- przykład:



$$V = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$$

$$E = \{(1, 2), (2, 3), (3, 4), (4, 5), (2, 5), (3, 6), (6, 7)\}$$

Oznaczenia

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Oznaczenia

- $V(G)$ - zbiór wierzchołków grafu G
- $E(G)$ - zbiór krawędzi grafu G
- notacja skrócona: V i E
- przykład:



$$V = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$$

$$E = \{(1, 2), (2, 3), (3, 4), (4, 5), (2, 5), (3, 6), (6, 7)\}$$

Oznaczenia

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

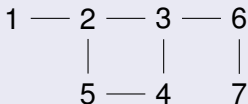
Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Oznaczenia

- $V(G)$ - zbiór wierzchołków grafu G
- $E(G)$ - zbiór krawędzi grafu G
- notacja skrócona: V i E
- przykład:



$$V = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$$

$$E = \{(1, 2), (2, 3), (3, 4), (4, 5), (2, 5), (3, 6), (6, 7)\}$$

Ścieżka

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Ścieżka

- ścieżką łączącą wierzchołki v_0 i v_n nazywamy ciąg (v_0, v_1, \dots, v_n) , taki, że każde dwa kolejne wierzchołki, tego ciągu są połączone krawędzią
- ścieżka $(1, 2, 3, 4)$ łączącą wierzchołki 1 i 4:



- długością ścieżki nazywamy ilość krawędzi na tej ścieżce; powyższa ścieżka ma długość 3

Ścieżka

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Ścieżka

- ścieżką łączącą wierzchołki v_0 i v_n nazywamy ciąg (v_0, v_1, \dots, v_n) , taki, że każde dwa kolejne wierzchołki, tego ciągu są połączone krawędzią
- ścieżka $(1, 2, 3, 4)$ łącząca wierzchołki 1 i 4:



- długością ścieżki nazywamy ilość krawędzi na tej ścieżce; powyższa ścieżka ma długość 3

Ścieżka

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Ścieżka

- ścieżką łączącą wierzchołki v_0 i v_n nazywamy ciąg (v_0, v_1, \dots, v_n) , taki, że każde dwa kolejne wierzchołki, tego ciągu są połączone krawędzią
- ścieżka $(1, 2, 3, 4)$ łączącą wierzchołki 1 i 4:



- długością ścieżki nazywamy ilość krawędzi na tej ścieżce; powyższa ścieżka ma długość 3

Droga

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Droga

- jest to ścieżka, której wszystkie wierzchołki są różne
- ścieżka (1, 2, 3, 6, 7, 3, 4), **NIE** będą drogą, łączącą wierzchołki 1 i 4:



Droga

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Droga

- jest to ścieżka, której wszystkie wierzchołki są różne
- ścieżka (1, 2, 3, 6, 7, 3, 4), **NIE** będą drogą, łączącą wierzchołki 1 i 4:



Cykl

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Cykl

- jest to ścieżka, której pierwszy i ostatni wierzchołek są takie same

- przykładowy cykl długości 4:



- cykl prosty to cykl na którym wierzchołki się nie powtarzają (nie licząc pierwszego i ostatniego)

Cykl

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Cykl

- jest to ścieżka, której pierwszy i ostatni wierzchołek są takie same
- przykładowy cykl długości 4:



- cykl *prosty* to cykl na którym wierzchołki się nie powtarzają (nie licząc pierwszego i ostatniego)

Cykl

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Cykl

- jest to ścieżka, której pierwszy i ostatni wierzchołek są takie same
- przykładowy cykl długości 4:



- cykl *prosty* to cykl na którym wierzchołki się nie powtarzają (nie licząc pierwszego i ostatniego)

Stopień wierzchołka

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Stopień wierzchołka

- to liczba wychodzących z niego krawędzi
- stopień wierzchołka i oznaczamy $deg[i]$
- przykładowy graf i stopnie poszczególnych wierzchołków:



i	1	2	3	4	5	6	7
$deg[i]$	1	3	4	2	2	2	2

Stopień wierzchołka

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Stopień wierzchołka

- to liczba wychodzących z niego krawędzi
- stopień wierzchołka i oznaczamy $deg[i]$
- przykładowy graf i stopnie poszczególnych wierzchołków:



i	1	2	3	4	5	6	7
$deg[i]$	1	3	4	2	2	2	2

Stopień wierzchołka

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

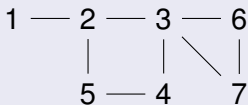
DFS

BFS

Problemy

Stopień wierzchołka

- to liczba wychodzących z niego krawędzi
- stopień wierzchołka i oznaczamy $deg[i]$
- przykładowy graf i stopnie poszczególnych wierzchołków:



i	1	2	3	4	5	6	7
$deg[i]$	1	3	4	2	2	2	2

Spójność

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Spójność

- graf nazywamy spójnym, jeśli istnieje ścieżka łącząca dowolne dwa wierzchołki
- przykład grafu spójnego:



- przykład grafu niespójnego:



Spójność

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

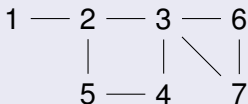
DFS

BFS

Problemy

Spójność

- graf nazywamy spójnym, jeśli istnieje ścieżka łącząca dowolne dwa jego wierzchołki
- przykład grafu spójnego:



- przykład grafu niespójnego:



Spójność

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

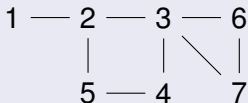
DFS

BFS

Problemy

Spójność

- graf nazywamy spójnym, jeśli istnieje ścieżka łącząca dowolne dwa jego wierzchołki
- przykład grafu spójnego:



- przykład grafu niespójnego:



Multigrafy

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

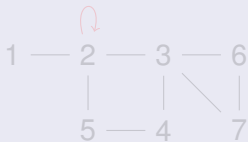
Problemy

Multigraf

- to graf w którym parę wierzchołków może łączyć więcej niż jedna krawędź (tzw. krawędzie wielokrotne):



- lub zawierający krawędź łączącą wierzchołek z samym sobą (tzw. pętla):



Multigrafy

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

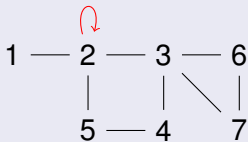
Problemy

Multigraf

- to graf w którym parę wierzchołków może łączyć więcej niż jedna krawędź (tzw. krawędzie wielokrotne):



- lub zawierający krawędź łączącą wierzchołek z samym sobą (tzw. pętla):



Digraf — graf skierowany

- to graf którego krawędzie są skierowane, czyli posiadają wyróżniony początek i koniec
- skierowanie może przykładowo oznaczać, że dana droga jest jednokierunkowa

- przykładowy digraf:



- nowa definicja ścieżki
 - (2, 3, 6) NIE jest ścieżką
 - (2, 5, 4, 3, 6) jest ścieżką

Digraf — graf skierowany

- to graf którego krawędzie są skierowane, czyli posiadają wyróżniony początek i koniec
- skierowanie może przykładowo oznaczać, że dana droga jest jednokierunkowa

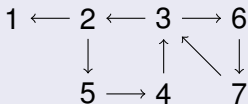
- przykładowy digraf:



- nowa definicja ścieżki
 - (2, 3, 6) NIE jest ścieżką
 - (2, 5, 4, 3, 6) jest ścieżką

Digraf — graf skierowany

- to graf którego krawędzie są skierowane, czyli posiadają wyróżniony początek i koniec
- skierowanie może przykładowo oznaczać, że dana droga jest jednokierunkowa
- przykładowy digraf:

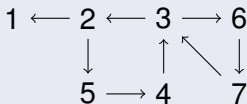


- nowa definicja ścieżki
 - (2, 3, 6) NIE jest ścieżką
 - (2, 5, 4, 3, 6) jest ścieżką

Digraf — graf skierowany

- to graf którego krawędzie są skierowane, czyli posiadają wyróżniony początek i koniec
- skierowanie może przykładowo oznaczać, że dana droga jest jednokierunkowa

- przykładowy digraf:

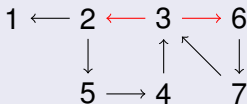


- nowa definicja ścieżki
 - (2, 3, 6) **NIE** jest ścieżką
 - (2, 5, 4, 3, 6) jest ścieżką

Digraf — graf skierowany

- to graf którego krawędzie są skierowane, czyli posiadają wyróżniony początek i koniec
- skierowanie może przykładowo oznaczać, że dana droga jest jednokierunkowa

- przykładowy digraf:

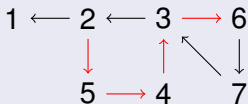


- nowa definicja ścieżki
 - (2, 3, 6) **NIE** jest ścieżką
 - (2, 5, 4, 3, 6) jest ścieżką

Digraf — graf skierowany

- to graf którego krawędzie są skierowane, czyli posiadają wyróżniony początek i koniec
- skierowanie może przykładowo oznaczać, że dana droga jest jednokierunkowa

- przykładowy digraf:



- nowa definicja ścieżki
 - (2, 3, 6) **NIE** jest ścieżką
 - (2, 5, 4, 3, 6) jest ścieżką

Drzewa

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

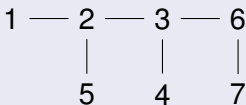
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Przykładowe drzewo



Drzewo to graf

- spójny niezawierający cykli prostych (tzw. acykliczny)
- w którym dokładnie jedna droga łączy każdą parę wierzchołków
- spójny, ale usunięcie dowolnej krawędzi rozspójnia go
- wszystkie powyższe definicje są równoważne!
- dla drzewa D , zachodzi $|E(D)| = |V(D)| - 1$

Drzewa

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

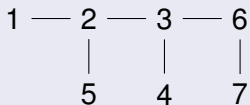
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Przykładowe drzewo



Drzewo to graf

- spójny niezawierający cykli prostych (tzw. acykliczny)
- w którym dokładnie jedna droga łączy każdą parę wierzchołków
- spójny, ale usunięcie dowolnej krawędzi rozspójnia go
- wszystkie powyższe definicje są równoważne!
- dla drzewa D , zachodzi $|E(D)| = |V(D)| - 1$

Drzewa

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Przykładowe drzewo



Drzewo to graf

- spójny niezawierający cykli prostych (tzw. acykliczny)
- w którym dokładnie jedna droga łączy każdą parę wierzchołków
- spójny, ale usunięcie dowolnej krawędzi rozspójnia go
- wszystkie powyższe definicje są równoważne!
- dla drzewa D , zachodzi $|E(D)| = |V(D)| - 1$

Drzewa

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

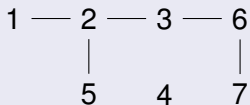
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Przykładowe drzewo



Drzewo to graf

- spójny niezawierający cykli prostych (tzw. acykliczny)
- w którym dokładnie jedna droga łączy każdą parę wierzchołków
- spójny, ale usunięcie dowolnej krawędzi rozspójnia go
- wszystkie powyższe definicje są równoważne!
- dla drzewa D , zachodzi $|E(D)| = |V(D)| - 1$

Drzewa

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

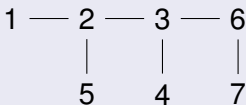
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Przykładowe drzewo



Drzewo to graf

- spójny niezawierający cykli prostych (tzw. acykliczny)
- w którym dokładnie jedna droga łączy każdą parę wierzchołków
- spójny, ale usunięcie dowolnej krawędzi rozspójnia go
- wszystkie powyższe definicje są równoważne!
- dla drzewa D , zachodzi $|E(D)| = |V(D)| - 1$

Drzewa

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

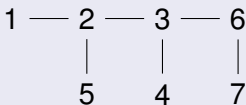
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Przykładowe drzewo



Drzewo to graf

- spójny niezawierający cykli prostych (tzw. acykliczny)
- w którym dokładnie jedna droga łączy każdą parę wierzchołków
- spójny, ale usunięcie dowolnej krawędzi rozspójnia go
- wszystkie powyższe definicje są równoważne!
- dla drzewa D , zachodzi $|E(D)| = |V(D)| - 1$

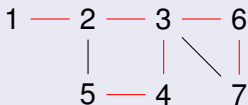
Drzewo rozpinające

- drzewo A rozpinia graf B , wtw. gdy $V(A) = V(B)$ i $E(A) \subset E(B)$
- przykład:



Drzewo rozpinające

- drzewo A rozpinia graf B , wtw. gdy $V(A) = V(B)$ i $E(A) \subset E(B)$
- przykład:



Drzewa

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

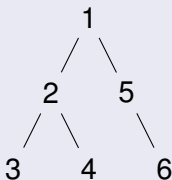
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Przykładowe drzewo ukorzenione



Definicje

- **drzewo ukorzenione** to drzewo, którego jeden z wierzchołków został wyszczególniony (tzw. korzeń)
- **ojcem** wierzchołka v nazywamy najbliższy wierzchołek na ścieżce od v do korzenia
- **synem** wierzchołka v nazywamy dowolny wierzchołek, którego ojcem jest v

Drzewa

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

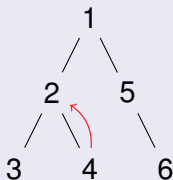
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Przykładowe drzewo ukorzenione



Definicje

- **drzewo ukorzenione** to drzewo, którego jeden z wierzchołków został wyszczególniony (tzw. *korzeń*)
- **ojcem wierzchołka v** nazywamy najbliższy wierzchołek na ścieżce od v do korzenia
- **synem wierzchołka v** nazywamy dowolny wierzchołek, którego ojcem jest v

Drzewa

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

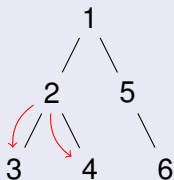
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Przykładowe drzewo ukorzenione



Definicje

- **drzewo ukorzenione** to drzewo, którego jeden z wierzchołków został wyszczególniony (tzw. *korzeń*)
- **ojcem** wierzchołka v nazywamy najbliższy wierzchołek na ścieżce od v do korzenia
- **synem** wierzchołka v nazywamy dowolny wierzchołek, którego ojcem jest v

Przykładowe problemy grafowe

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

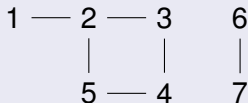
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Graf



Problemy grafowe

- czy istnieje ścieżką łącząca 1 i 5?
- jaka jest najkrótsza ścieżka łącząca 1 i 5?
- czy graf jest spójny?
- czy graf jest acykliczny?

Odpowiedź

Przykładowe problemy grafowe

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

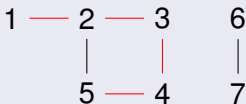
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Graf



Problemy grafowe

- czy istnieje ścieżką łącząca 1 i 5?
- jaka jest najkrótsza ścieżka łącząca 1 i 5?
- czy graf jest spójny?
- czy graf jest acykliczny?

Odpowiedź

TAK

Przykładowe problemy grafowe

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

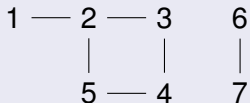
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Graf



Problemy grafowe

- czy istnieje ścieżką łącząca 1 i 5?
- jaka jest najkrótsza ścieżka łącząca 1 i 5?
- czy graf jest spójny?
- czy graf jest acykliczny?

Odpowiedź

Przykładowe problemy grafowe

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

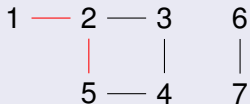
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Graf



Problemy grafowe

- czy istnieje ścieżka łącząca 1 i 5?
- jaka jest najkrótsza ścieżka łącząca 1 i 5?
- czy graf jest spójny?
- czy graf jest acykliczny?

Odpowiedź

(1, 2, 5)

Przykładowe problemy grafowe

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

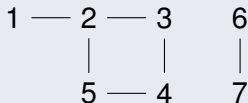
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Graf



Problemy grafowe

- czy istnieje ścieżką łącząca 1 i 5?
- jaka jest najkrótsza ścieżka łącząca 1 i 5?
- czy graf jest spójny?
- czy graf jest acykliczny?

Odpowiedź

Przykładowe problemy grafowe

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

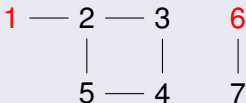
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Graf



Problemy grafowe

- czy istnieje ścieżką łącząca 1 i 5?
- jaka jest najkrótsza ścieżka łącząca 1 i 5?
- czy graf jest spójny?
- czy graf jest acykliczny?

Odpowiedź

NIE

Przykładowe problemy grafowe

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

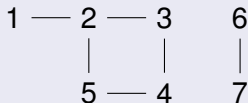
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Graf



Problemy grafowe

- czy istnieje ścieżka łącząca 1 i 5?
- jaka jest najkrótsza ścieżka łącząca 1 i 5?
- czy graf jest spójny?
- czy graf jest acykliczny?

Odpowiedź

Przykładowe problemy grafowe

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

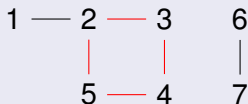
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Graf



Problemy grafowe

- czy istnieje ścieżką łącząca 1 i 5?
- jaka jest najkrótsza ścieżka łącząca 1 i 5?
- czy graf jest spójny?
- czy graf jest acykliczny?

Odpowiedź

NIE

Reprezentacje grafu

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Reprezentacje grafu

- konieczność przyjęcia jakiegoś sposobu opisywania grafów na wejściu
- reprezentacja w programie:
 - macierz sąsiedztwa
 - listy sąsiedztwa

Reprezentacje grafu

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Reprezentacje grafu

- konieczność przyjęcia jakiegoś sposobu opisywania grafów na wejściu
- reprezentacja w programie:
 - macierz sąsiedztwa
 - listy sąsiedztwa

Reprezentacje grafu

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Reprezentacje grafu

- konieczność przyjęcia jakiegoś sposobu opisywania grafów na wejściu
- reprezentacja w programie:
 - macierz sąsiedztwa
 - listy sąsiedztwa

Reprezentacje grafu

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Reprezentacje grafu

- konieczność przyjęcia jakiegoś sposobu opisywania grafów na wejściu
- reprezentacja w programie:
 - macierz sąsiedztwa
 - listy sąsiedztwa

Reprezentacje grafu

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Graf



Opis grafu

7 8
2 1
2 3
3 4
4 5
5 2
3 6
...

Reprezentacje grafu

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

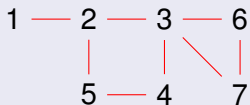
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Graf



Opis grafu

7 8
2 1
2 3
3 4
4 5
5 2
3 6
...

Reprezentacje grafu

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

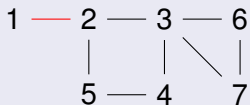
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Graf



Opis grafu

7 8

2 1

2 3

3 4

4 5

5 2

3 6

...

Reprezentacje grafu

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

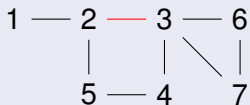
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Graf



Opis grafu

7 8

2 1

2 3

3 4

4 5

5 2

3 6

...

Macierz sąsiedztwa

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

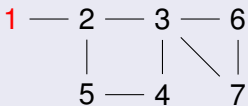
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Graf



Jego macierz sąsiedztwa

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1	0	0	0	0	0
2	1	0	1	0	1	0	0
3	0	1	0	1	0	1	1
4	0	0	1	0	1	0	0
5	0	1	0	1	0	0	0
6	0	0	1	0	0	0	1
7	0	0	1	0	0	1	0

Macierz sąsiedztwa

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

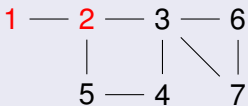
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Graf



Jego macierz sąsiedztwa

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1	0	0	0	0	0
2	1	0	1	0	1	0	0
3	0	1	0	1	0	1	1
4	0	0	1	0	1	0	0
5	0	1	0	1	0	0	0
6	0	0	1	0	0	0	1
7	0	0	1	0	0	1	0

Macierz sąsiedztwa

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

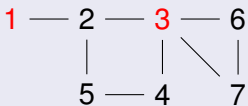
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Graf



Jego macierz sąsiedztwa

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1	0	0	0	0	0
2	1	0	1	0	1	0	0
3	0	1	0	1	0	1	1
4	0	0	1	0	1	0	0
5	0	1	0	1	0	0	0
6	0	0	1	0	0	0	1
7	0	0	1	0	0	1	0

Implementacja

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Implementacja

Kod programu tworzącego reprezentację grafu w postaci macierzy sąsiedztwa znajduje się w notatkach.

Listy sąsiedztwa

Grafi - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

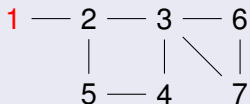
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Graf



Jego listy sąsiedztwa

1: 2

2: 1 5 3

3: 2 5 4 6

4: 3 5

5: 2 4

6: 7 3

7: 3 6

Listy sąsiedztwa

Grafi - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Graf



Jego listy sąsiedztwa

1: 2

2: 1 5 3

3: 2 5 4 6

4: 3 5

5: 2 4

6: 7 3

7: 3 6

Implementacja

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Implementacja

Kod programu tworzącego reprezentację grafu w postaci list sąsiedztwa znajduje się w notatkach.

Przeszukiwanie grafu

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Przeszukiwanie grafu

- to poruszanie się od wierzchołka do wierzchołka wzdłuż krawędzi
- przypomina to odkrywanie labiryntu
- wiele algorytmów grafowych używa takiego modelu postępowania
- 2 podstawowe rodzaje przeszukiwań:
 - DFS
 - BFS

Przeszukiwanie grafu

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Przeszukiwanie grafu

- to poruszanie się od wierzchołka do wierzchołka wzdłuż krawędzi
- przypomina to odkrywanie labiryntu
- wiele algorytmów grafowych używa takiego modelu postępowania
- 2 podstawowe rodzaje przeszukiwań:
 - DFS
 - BFS

Przeszukiwanie grafu

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Przeszukiwanie grafu

- to poruszanie się od wierzchołka do wierzchołka wzdłuż krawędzi
- przypomina to odkrywanie labiryntu
- wiele algorytmów grafowych używa takiego modelu postępowania
- 2 podstawowe rodzaje przeszukiwań:
 - DFS
 - BFS

Przeszukiwanie grafu

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Przeszukiwanie grafu

- to poruszanie się od wierzchołka do wierzchołka wzdłuż krawędzi
- przypomina to odkrywanie labiryntu
- wiele algorytmów grafowych używa takiego modelu postępowania
- 2 podstawowe rodzaje przeszukiwań:
 - DFS
 - BFS

Odkrywanie labiryntu

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Strategia

- **jesteś w komnacie K**
- jeśli z K istnieje korytarz do komnaty, w której jeszcze nie byłeś, to przejdź do tej komnaty
- jeśli takiego korytarza nie ma, to wróć korytarzem, którym po raz pierwszy wszedłeś do K

Odkrywanie labiryntu

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Strategia

- jesteś w komnacie K
- jeśli z K istnieje korytarz do komnaty, w której jeszcze nie byłeś, to przejdź do tej komnaty
- jeśli takiego korytarza nie ma, to wróć korytarzem, którym po raz pierwszy wszedłeś do K

Odkrywanie labiryntu

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Strategia

- jesteś w komnacie K
- jeśli z K istnieje korytarz do komnaty, w której jeszcze nie byłeś, to przejdź do tej komnaty
- jeśli takiego korytarza nie ma, to wróć korytarzem, którym po raz pierwszy wszedłeś do K

Odkrywanie labiryntu

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

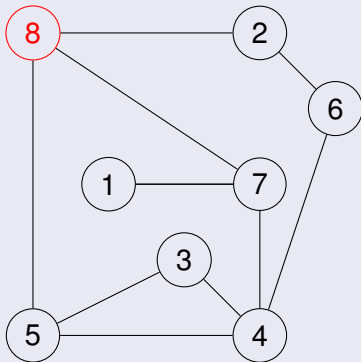
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Odkrywanie labiryntu

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

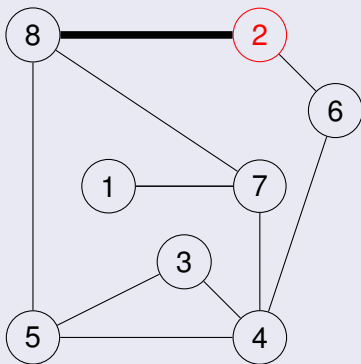
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Odkrywanie labiryntu

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

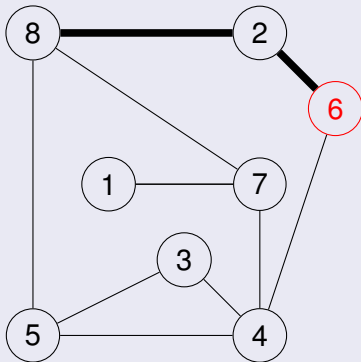
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Odkrywanie labiryntu

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

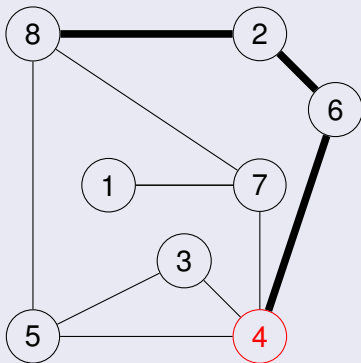
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Odkrywanie labiryntu

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

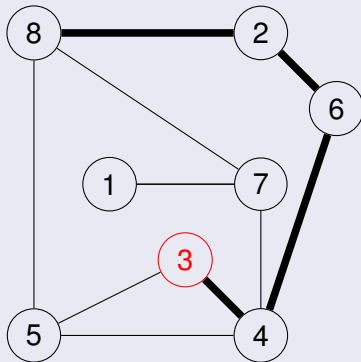
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Odkrywanie labiryntu

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

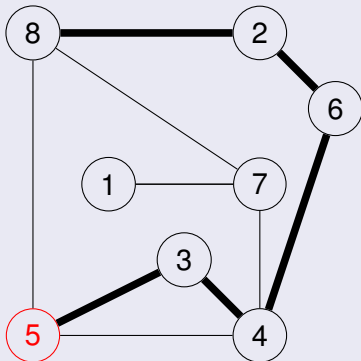
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Odkrywanie labiryntu

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

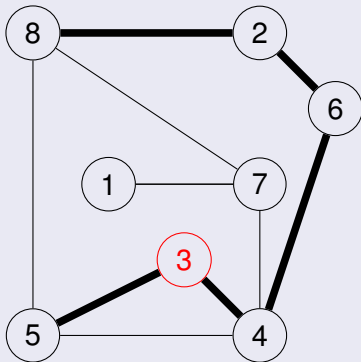
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Odkrywanie labiryntu

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

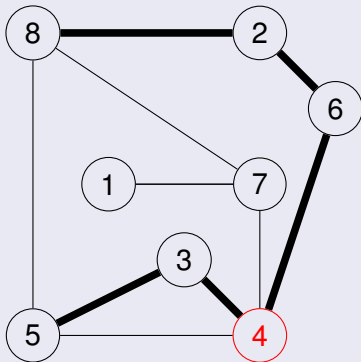
- Podstawowe pojęcia
- Rodzaje grafów
- Problemy grafowe
- Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

- Wstęp
- DFS**
- BFS

Problemy

Przykład



Odkrywanie labiryntu

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

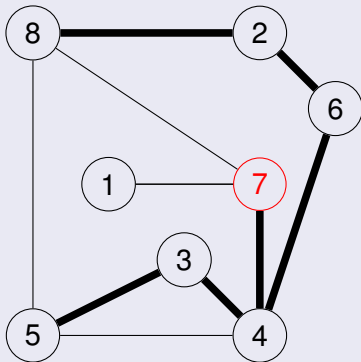
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Odkrywanie labiryntu

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

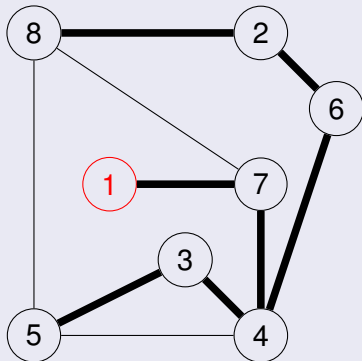
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Odkrywanie labiryntu

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

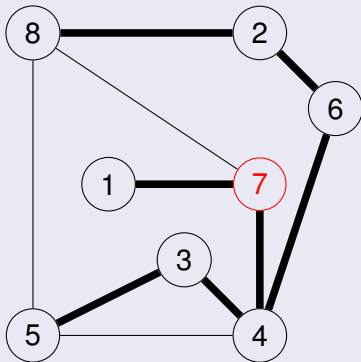
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Odkrywanie labiryntu

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

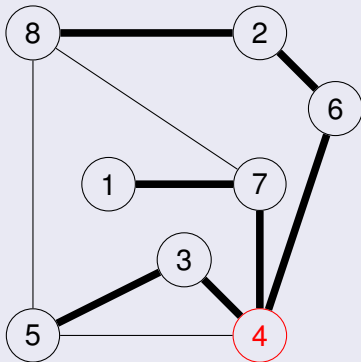
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Odkrywanie labiryntu

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

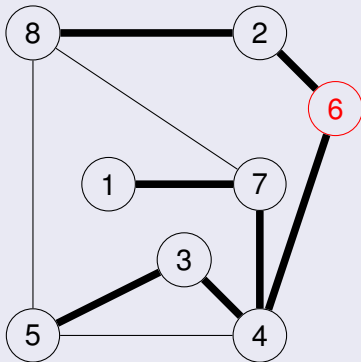
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Odkrywanie labiryntu

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

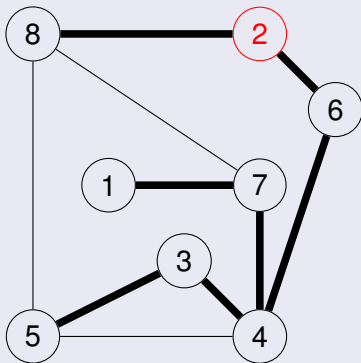
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Odkrywanie labiryntu

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

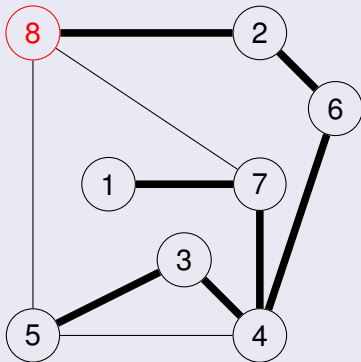
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



DFS

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

DFS

Przedstawiony schemat nosi nazwę DFS (depth-first search), czyli przeszukiwania w głąb.

Jak zapisać to na komputerze?

Aby zbadać wierzchołek K :

- oznacz K jako odwiedzony
- zbadaj rekurencyjnie wszystkie nieodwiedzone wierzchołki sąsiadujące z K

Choć może to wyglądać zaskakująco, powyższy algorytm to ten sam schemat postępowania. Spójrzmy na przykład raz jeszcze.

DFS

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

DFS

Przedstawiony schemat nosi nazwę DFS (depth-first search), czyli przeszukiwania w głąb.

Jak zapisać to na komputerze?

Aby zbadać wierzchołek K :

- oznacz K jako odwiedzony
- zbadaj rekurencyjnie wszystkie nieodwiedzone wierzchołki sąsiadujące z K

Choć może to wyglądać zaskakująco, powyższy algorytm to ten sam schemat postępowania. Spójrzmy na przykład raz jeszcze.

DFS

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

DFS

Przedstawiony schemat nosi nazwę DFS (depth-first search), czyli przeszukiwania w głąb.

Jak zapisać to na komputerze?

Aby zbadać wierzchołek K :

- oznacz K jako odwiedzony
- zbadaj rekurencyjnie wszystkie nieodwiedzone wierzchołki sąsiadujące z K

Choć może to wyglądać zaskakująco, powyższy algorytm to ten sam schemat postępowania. Spójrzmy na przykład raz jeszcze.

DFS

Przedstawiony schemat nosi nazwę DFS (depth-first search), czyli przeszukiwania w głąb.

Jak zapisać to na komputerze?

Aby zbadać wierzchołek K :

- oznacz K jako odwiedzony
- zbadaj rekurencyjnie wszystkie nieodwiedzone wierzchołki sąsiadujące z K

Choć może to wyglądać zaskakująco, powyższy algorytm to ten sam schemat postępowania. Spójrzmy na przykład raz jeszcze.

DFS

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

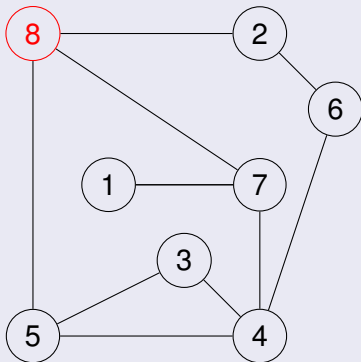
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafiy
Problemy grafiy
Reprezentacje grafiy

Przeszukiwanie grafiy

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykłąd



Zagadka

Co tworzą krawędzie po których przeszliśmy (pogrubione)?
Drzewo rozpinające całego grafiy.

DFS

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

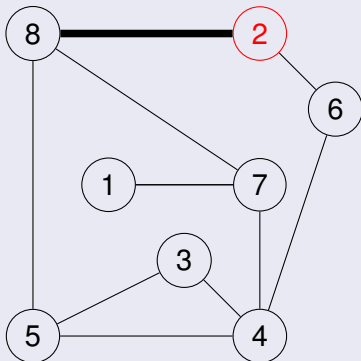
- Podstawowe pojęcia
- Rodzaje grafiów
- Problemy grafiowe
- Reprezentacje grafiu

Przeszukiwanie grafiu

- Wstęp
- DFS**
- BFS

Problemy

Przykład



Zagadka

Co tworzą krawędzie po których przeszliśmy (pogrubione)?
Drzewo rozpinające całego grafiu.

DFS

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

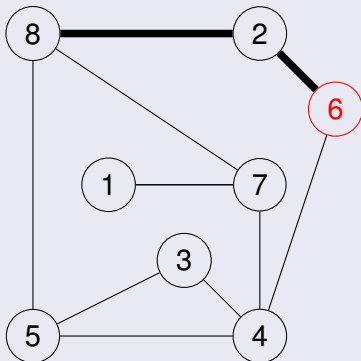
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Zagadka

Co tworzą krawędzie po których przeszliśmy (pogrubione)?
Drzewo rozpinające całego grafu.

DFS

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

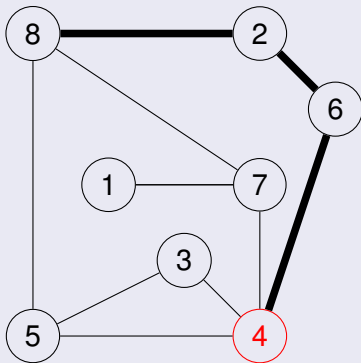
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Zagadka

Co tworzą krawędzie po których przeszliśmy (pogrubione)?
Drzewo rozpinające całego grafu.

DFS

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

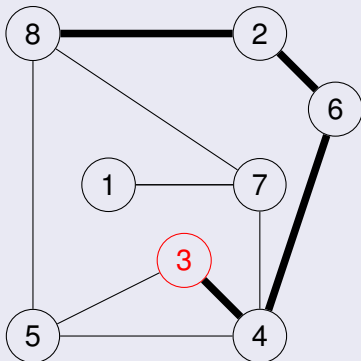
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafiów
Problemy grafiowe
Reprezentacje grafiu

Przeszukiwanie grafiu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Zagadka

Co tworzą krawędzie po których przeszliśmy (pogrubione)?
Drzewo rozpinające całego grafiu.

DFS

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

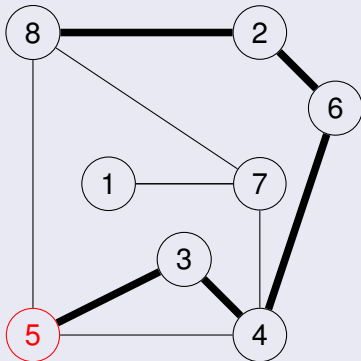
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Zagadka

Co tworzą krawędzie po których przeszliśmy (pogrubione)?
Drzewo rozpinające całego grafu.

DFS

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

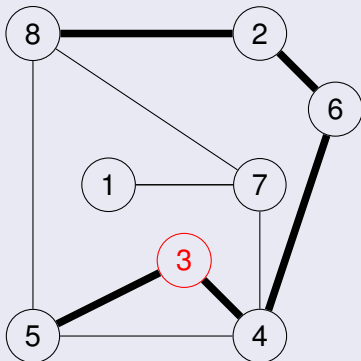
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafiów
Problemy grafiowe
Reprezentacje grafiu

Przeszukiwanie grafiu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Zagadka

Co tworzą krawędzie po których przeszliśmy (pogrubione)?
Drzewo rozpinające całego grafiu.

DFS

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

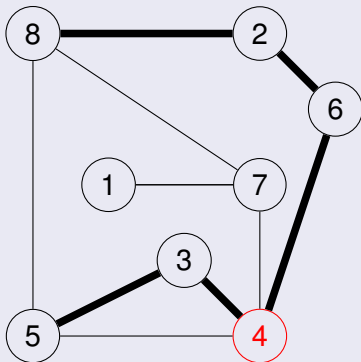
- Podstawowe pojęcia
- Rodzaje grafów
- Problemy grafowe
- Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

- Wstęp
- DFS**
- BFS

Problemy

Przykład



Zagadka

Co tworzą krawędzie po których przeszliśmy (pogrubione)?
Drzewo rozpinające całego grafu.

DFS

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

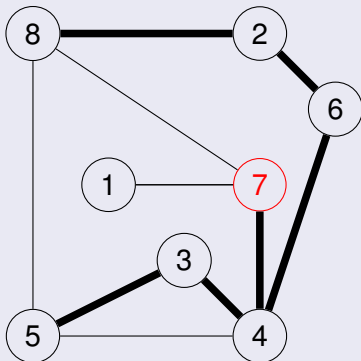
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafiów
Problemy grafiowe
Reprezentacje grafiu

Przeszukiwanie grafiu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Zagadka

Co tworzą krawędzie po których przeszliśmy (pogrubione)?
Drzewo rozpinające całego grafiu.

DFS

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

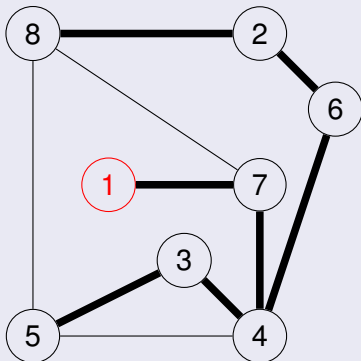
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafiów
Problemy grafiowe
Reprezentacje grafiu

Przeszukiwanie grafiu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Zagadka

Co tworzą krawędzie po których przeszliśmy (pogrubione)?
Drzewo rozpinające całego grafiu.

DFS

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

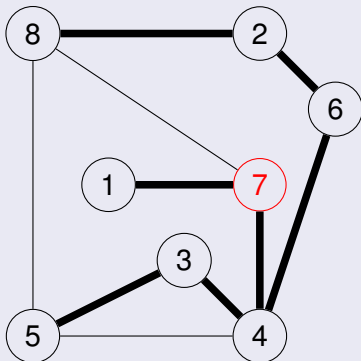
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafiów
Problemy grafiowe
Reprezentacje grafiu

Przeszukiwanie grafiu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Zagadka

Co tworzą krawędzie po których przeszliśmy (pogrubione)?
Drzewo rozpinające całego grafiu.

DFS

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

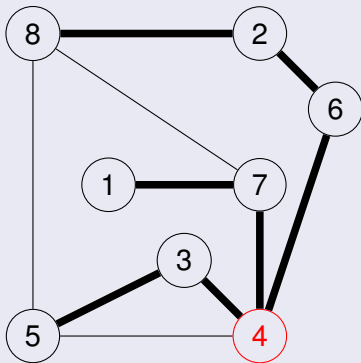
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafiów
Problemy grafiowe
Reprezentacje grafiu

Przeszukiwanie grafiu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Zagadka

Co tworzą krawędzie po których przeszliśmy (pogrubione)?
Drzewo rozpinające całego grafiu.

DFS

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

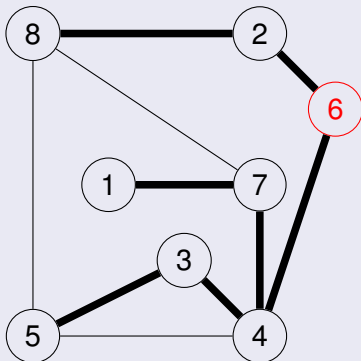
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Zagadka

Co tworzą krawędzie po których przeszliśmy (pogrubione)?
Drzewo rozpinające całego grafu.

DFS

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

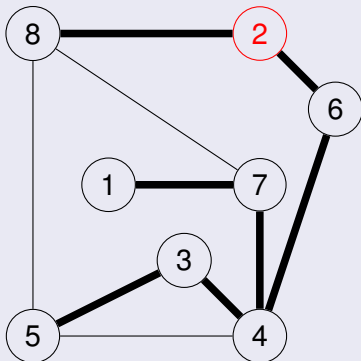
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafiów
Problemy grafiowe
Reprezentacje grafiu

Przeszukiwanie grafiu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Zagadka

Co tworzą krawędzie po których przeszliśmy (pogrubione)?
Drzewo rozpinające całego grafiu.

DFS

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

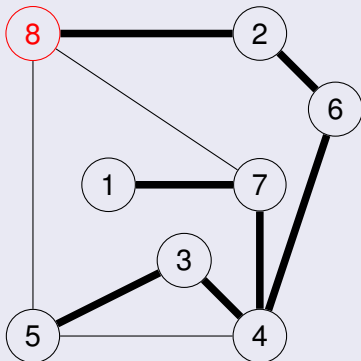
- Podstawowe pojęcia
- Rodzaje grafiów
- Problemy grafiowe
- Reprezentacje grafiu

Przeszukiwanie grafiu

- Wstęp
- DFS**
- BFS

Problemy

Przykład



Zagadka

Co tworzą krawędzie po których przeszliśmy (pogrubione)?
Drzewo rozpinające całego grafiu.

DFS

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

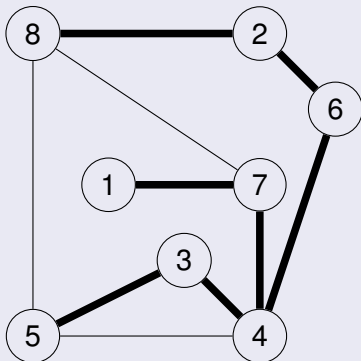
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Zagadka

Co tworzą krawędzie po których przeszliśmy (pogrubione)?
Drzewo rozpinające całego grafu.

DFS

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

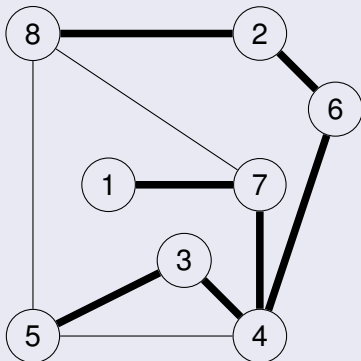
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Zagadka

Co tworzą krawędzie po których przeszliśmy (pogrubione)?
Drzewo rozpinające całego grafu.

Implementacja

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Implementacja

Kod algorytmu DFS znajduje się w notatkach.

Analiza złożoności czasowej

- każdy wierzchołek raz odwiedzamy i oznaczamy jako odwiedzony — $O(|V|)$
- dla każdego wierzchołka musimy przejrzeć wszystkich jego sąsiadów; ile to trwa? To już zależy od reprezentacji grafu:
 - w przypadku macierzy sąsiedztwa: $O(|V|)$ dla jednego wierzchołka, czyli łącznie $O(|V|^2)$
 - w przypadku list sąsiedztwa: $O(\text{deg}[K])$ dla jednego wierzchołka, czyli łącznie $O(|E|)$
- Podsumowując, złożoność czasowa algorytmu DFS wynosi $O(|V|^2)$ dla grafu w postaci macierzy sąsiedztwa i $O(|E| + |V|)$ dla grafu w postaci list sąsiedztwa.

Analiza złożoności czasowej

- każdy wierzchołek raz odwiedzamy i oznaczamy jako odwiedzony — $O(|V|)$
- dla każdego wierzchołka musimy przejrzeć wszystkich jego sąsiadów; ile to trwa? To już zależy od reprezentacji grafu:
 - w przypadku macierzy sąsiedztwa: $O(|V|)$ dla jednego wierzchołka, czyli łącznie $O(|V|^2)$
 - w przypadku list sąsiedztwa: $O(\text{deg}[K])$ dla jednego wierzchołka, czyli łącznie $O(|E|)$
- Podsumowując, złożoność czasowa algorytmu DFS wynosi $O(|V|^2)$ dla grafu w postaci macierzy sąsiedztwa i $O(|E| + |V|)$ dla grafu w postaci list sąsiedztwa.

Analiza złożoności czasowej

- każdy wierzchołek raz odwiedzamy i oznaczamy jako odwiedzony — $O(|V|)$
- dla każdego wierzchołka musimy przejrzeć wszystkich jego sąsiadów; ile to trwa? To już zależy od reprezentacji grafu:
 - w przypadku macierzy sąsiedztwa: $O(|V|)$ dla jednego wierzchołka, czyli łącznie $O(|V|^2)$
 - w przypadku list sąsiedztwa: $O(deg[K])$ dla jednego wierzchołka, czyli łącznie $O(|E|)$
- Podsumowując, złożoność czasowa algorytmu DFS wynosi $O(|V|^2)$ dla grafu w postaci macierzy sąsiedztwa i $O(|E| + |V|)$ dla grafu w postaci list sąsiedztwa.

Analiza złożoności czasowej

- każdy wierzchołek raz odwiedzamy i oznaczamy jako odwiedzony — $O(|V|)$
- dla każdego wierzchołka musimy przejrzeć wszystkich jego sąsiadów; ile to trwa? To już zależy od reprezentacji grafu:
 - w przypadku macierzy sąsiedztwa: $O(|V|)$ dla jednego wierzchołka, czyli łącznie $O(|V|^2)$
 - w przypadku list sąsiedztwa: $O(deg[K])$ dla jednego wierzchołka, czyli łącznie $O(|E|)$
- Podsumowując, złożoność czasowa algorytmu DFS wynosi $O(|V|^2)$ dla grafu w postaci macierzy sąsiedztwa i $O(|E| + |V|)$ dla grafu w postaci list sąsiedztwa.

Analiza złożoności czasowej

- każdy wierzchołek raz odwiedzamy i oznaczamy jako odwiedzony — $O(|V|)$
- dla każdego wierzchołka musimy przejrzeć wszystkich jego sąsiadów; ile to trwa? To już zależy od reprezentacji grafu:
 - w przypadku macierzy sąsiedztwa: $O(|V|)$ dla jednego wierzchołka, czyli łącznie $O(|V|^2)$
 - w przypadku list sąsiedztwa: $O(deg[K])$ dla jednego wierzchołka, czyli łącznie $O(|E|)$
- Podsumowując, złożoność czasowa algorytmu DFS wynosi $O(|V|^2)$ dla grafu w postaci macierzy sąsiedztwa i $O(|E| + |V|)$ dla grafu w postaci list sąsiedztwa.

DFS — analiza złożoności pamięciowej

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Potrzebujemy pamięci na:

- tablicę wartości logicznych, mówiących czy odwiedziliśmy dany wierzchołek — $O(|V|)$
- wywołania rekurencyjne — $O(|V|)$
- reprezentację grafu; ile ona zajmuje? To już zależy od reprezentacji grafu:
 - w przypadku macierzy sąsiedztwa: $O(|V|)$ dla jednego wierzchołka, czyli łącznie $O(|V|^2)$
 - w przypadku list sąsiedztwa: $O(\deg[K])$ dla jednego wierzchołka, czyli łącznie $O(|E|)$
- Podsumowując, złożoność pamięciowa algorytmu DFS jest taka sama jak czasowa.

DFS — analiza złożoności pamięciowej

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Potrzebujemy pamięci na:

- tablicę wartości logicznych, mówiących czy odwiedziliśmy dany wierzchołek — $O(|V|)$
- wywołania rekurencyjne — $O(|V|)$
- reprezentację grafu; ile ona zajmuje? To już zależy od reprezentacji grafu:
 - w przypadku macierzy sąsiedztwa: $O(|V|)$ dla jednego wierzchołka, czyli łącznie $O(|V|^2)$
 - w przypadku list sąsiedztwa: $O(deg[K])$ dla jednego wierzchołka, czyli łącznie $O(|E|)$
- Podsumowując, złożoność pamięciowa algorytmu DFS jest taka sama jak czasowa.

DFS — analiza złożoności pamięciowej

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Potrzebujemy pamięci na:

- tablicę wartości logicznych, mówiących czy odwiedziliśmy dany wierzchołek — $O(|V|)$
- wywołania rekurencyjne — $O(|V|)$
- reprezentację grafu; ile ona zajmuje? To już zależy od reprezentacji grafu:
 - w przypadku macierzy sąsiedztwa: $O(|V|)$ dla jednego wierzchołka, czyli łącznie $O(|V|^2)$
 - w przypadku list sąsiedztwa: $O(deg[K])$ dla jednego wierzchołka, czyli łącznie $O(|E|)$
- Podsumowując, złożoność pamięciowa algorytmu DFS jest taka sama jak czasowa.

DFS — analiza złożoności pamięciowej

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Potrzebujemy pamięci na:

- tablicę wartości logicznych, mówiących czy odwiedziliśmy dany wierzchołek — $O(|V|)$
- wywołania rekurencyjne — $O(|V|)$
- reprezentację grafu; ile ona zajmuje? To już zależy od reprezentacji grafu:
 - w przypadku macierzy sąsiedztwa: $O(|V|)$ dla jednego wierzchołka, czyli łącznie $O(|V|^2)$
 - w przypadku list sąsiedztwa: $O(deg[K])$ dla jednego wierzchołka, czyli łącznie $O(|E|)$
- Podsumowując, złożoność pamięciowa algorytmu DFS jest taka sama jak czasowa.

DFS — analiza złożoności pamięciowej

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Potrzebujemy pamięci na:

- tablicę wartości logicznych, mówiących czy odwiedziliśmy dany wierzchołek — $O(|V|)$
- wywołania rekurencyjne — $O(|V|)$
- reprezentację grafu; ile ona zajmuje? To już zależy od reprezentacji grafu:
 - w przypadku macierzy sąsiedztwa: $O(|V|)$ dla jednego wierzchołka, czyli łącznie $O(|V|^2)$
 - w przypadku list sąsiedztwa: $O(deg[K])$ dla jednego wierzchołka, czyli łącznie $O(|E|)$
- Podsumowując, złożoność pamięciowa algorytmu DFS jest taka sama jak czasowa.

DFS — analiza złożoności pamięciowej

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Potrzebujemy pamięci na:

- tablicę wartości logicznych, mówiących czy odwiedziliśmy dany wierzchołek — $O(|V|)$
- wywołania rekurencyjne — $O(|V|)$
- reprezentację grafu; ile ona zajmuje? To już zależy od reprezentacji grafu:
 - w przypadku macierzy sąsiedztwa: $O(|V|)$ dla jednego wierzchołka, czyli łącznie $O(|V|^2)$
 - w przypadku list sąsiedztwa: $O(deg[K])$ dla jednego wierzchołka, czyli łącznie $O(|E|)$
- Podsumowując, złożoność pamięciowa algorytmu DFS jest taka sama jak czasowa.

Zastosowania algorytmu DFS

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Problem

Czy istnieje ścieżka łącząca wierzchołki A i B .

Rozwiązanie

Uruchamiamy algorytm DFS z wierzchołkiem A a następnie sprawdzamy czy wierzchołek B jest oznaczony jako odwiedzony.

Zastosowania algorytmu DFS

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Problem

Czy istnieje ścieżka łącząca wierzchołki A i B .

Rozwiązanie

Uruchamiamy algorytm DFS z wierzchołkiem A a następnie sprawdzamy czy wierzchołek B jest oznaczony jako odwiedzony.

Zastosowania algorytmu DFS

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Problem

Czy graf jest spójny?

Rozwiązanie

Uruchamiamy algorytm DFS z dowolnego wierzchołka a następnie sprawdzamy czy wszystkie wierzchołki są oznaczone jako odwiedzone.

Zastosowania algorytmu DFS

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Problem

Czy graf jest spójny?

Rozwiązanie

Uruchamiamy algorytm DFS z dowolnego wierzchołka a następnie sprawdzamy czy wszystkie wierzchołki są oznaczone jako odwiedzone.

Zastosowania algorytmu DFS

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Problem

Znaleźć dowolną ścieżkę łączącą wierzchołki A lub B , bądź stwierdzić, że taka nie istnieje.

Rozwiązanie

W tym celu, w trakcie działania algorytmu DFS, zapamiętamy dla każdego wierzchołka v numer wierzchołka z którego wywołaliśmy $\text{DFS}(v)$. Oznaczmy go $\text{ojc}[v]$ i nazwiemy $\text{ojc}[v]$ wierzchołkiem v . Skąd się wzięła ta nazwa? Znajdźmy ścieżkę łączącą 3 i 8 w widzianym ostatnio grafie.

Zastosowania algorytmu DFS

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Problem

Znaleźć dowolną ścieżkę łączącą wierzchołki A lub B , bądź stwierdzić, że taka nie istnieje.

Rozwiązanie

W tym celu, w trakcie działania algorytmu DFS, zapamiętamy dla każdego wierzchołka v numer wierzchołka z którego wywołaliśmy $\text{DFS}(v)$. Oznaczmy go $\text{ojc}[v]$ i nazwiemy ojc em wierzchołka v . Skąd się wzięła ta nazwa?. Znajdźmy ścieżkę łączącą 3 i 8 w widzianym ostatnio grafie.

Szukanie ścieżki

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafiów

Problemy grafiowe

Reprezentacje grafiu

Przeszukiwanie grafiu

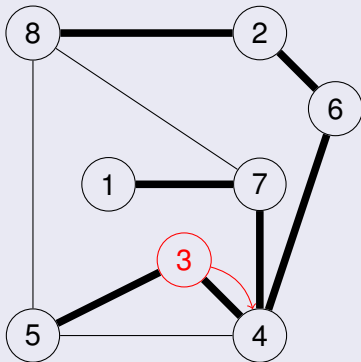
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

DFS



Tablica ojców

i	1	2	3	4	5	6	7	8
$ojc[i]$	7	8	4	6	4	2	4	x

Szukanie ścieżki

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

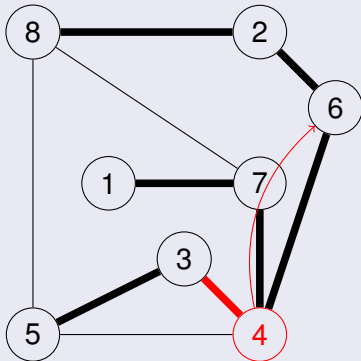
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

DFS



Tablica ojców

i	1	2	3	4	5	6	7	8
$ojc[i]$	7	8	4	6	4	2	4	x

Szukanie ścieżki

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafiów

Problemy grafiowe

Reprezentacje grafiu

Przeszukiwanie grafiu

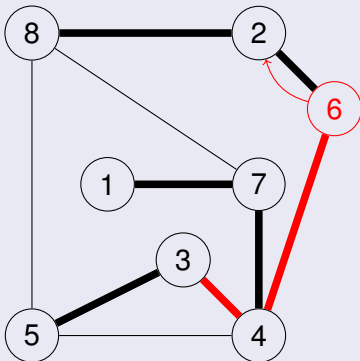
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

DFS



Tablica ojców

i	1	2	3	4	5	6	7	8
$ojc[i]$	7	8	4	6	4	2	4	x

Szukanie ścieżki

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafiów

Problemy grafiowe

Reprezentacje grafiu

Przeszukiwanie grafiu

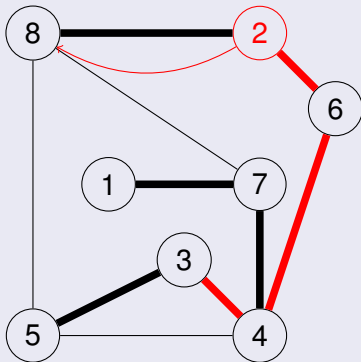
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

DFS



Tablica ojców

i	1	2	3	4	5	6	7	8
$ojc[i]$	7	8	4	6	4	2	4	x

Szukanie ścieżki

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafiów

Problemy grafiowe

Reprezentacje grafiu

Przeszukiwanie grafiu

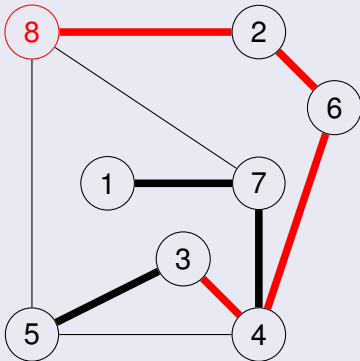
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

DFS



Tablica ojców

i	1	2	3	4	5	6	7	8
$ojc[i]$	7	8	4	6	4	2	4	x

BFS

BFS (breadth-first search), czyli przeszukiwanie wszerz:

- zaczynamy od dowolnego wierzchołka K
- odwiedzamy wszystkich sąsiadów K
- odwiedzamy wszystkich sąsiadów sąsiadów K
- odwiedzamy wszystkich sąsiadów sąsiadów sąsiadów $K \dots$

BFS

BFS (breadth-first search), czyli przeszukiwanie wszerz:

- zaczynamy od dowolnego wierzchołka K
- odwiedzamy wszystkich sąsiadów K
- odwiedzamy wszystkich sąsiadów sąsiadów K
- odwiedzamy wszystkich sąsiadów sąsiadów sąsiadów $K \dots$

BFS

BFS (breadth-first search), czyli przeszukiwanie **wszerz**:

- zaczynamy od dowolnego wierzchołka K
- odwiedzamy wszystkich sąsiadów K
- odwiedzamy wszystkich sąsiadów sąsiadów K
- odwiedzamy wszystkich sąsiadów sąsiadów sąsiadów $K \dots$

BFS

BFS (breadth-first search), czyli przeszukiwanie wszerz:

- zaczynamy od dowolnego wierzchołka K
- odwiedzamy wszystkich sąsiadów K
- odwiedzamy wszystkich sąsiadów sąsiadów K
- odwiedzamy wszystkich sąsiadów sąsiadów sąsiadów $K \dots$

BFS

BFS (breadth-first search), czyli przeszukiwanie wszerz:

- zaczynamy od dowolnego wierzchołka K
- odwiedzamy wszystkich sąsiadów K
- odwiedzamy wszystkich sąsiadów sąsiadów K
- odwiedzamy wszystkich sąsiadów sąsiadów sąsiadów $K \dots$

BFS

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

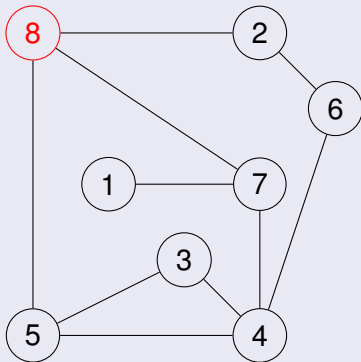
- Podstawowe pojęcia
- Rodzaje grafów
- Problemy grafowe
- Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

- Wstęp
- DFS
- BFS

Problemy

Przykład



BFS

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

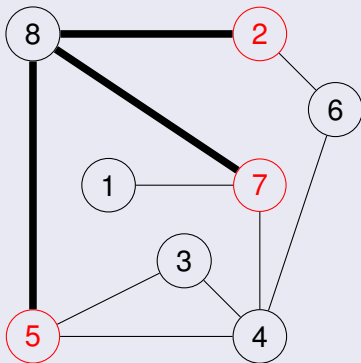
- Podstawowe pojęcia
- Rodzaje grafów
- Problemy grafowe
- Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

- Wstęp
- DFS
- BFS

Problemy

Przykład



BFS

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

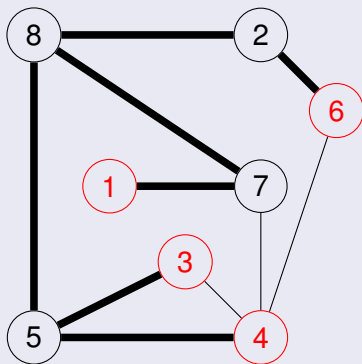
- Podstawowe pojęcia
- Rodzaje grafów
- Problemy grafowe
- Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

- Wstęp
- DFS
- BFS

Problemy

Przykład



Kolejka

Przejdziemy teraz do dokładniejszego opisu algorytmu BFS. Będzie on korzystał z kolejki FIFO, więc jest to dobry moment, aby ją przypomnieć.

Jak to zapisać na komputerze?

- tworzymy pustą kolejkę
- wrzucamy do niej dowolny wierzchołek
- dopóki kolejka nie jest pusta
 - wyciągnij wierzchołek z kolejki (oznaczymy go v)
 - rozpatrz każdego sąsiada v i jeśli nie był jeszcze wrzucony do kolejki, to wrzuc go do kolejki

Jak to zapisać na komputerze?

- tworzymy pustą kolejkę
- wrzucamy do niej dowolny wierzchołek
- dopóki kolejka nie jest pusta
 - wyciągnij wierzchołek z kolejki (oznaczymy go v)
 - rozpatrz każdego sąsiada v i jeśli nie był jeszcze wrzucony do kolejki, to wrzuć go do kolejki

Jak to zapisać na komputerze?

- tworzymy pustą kolejkę
- wrzucamy do niej dowolny wierzchołek
- dopóki kolejka nie jest pusta
 - wyciągnij wierzchołek z kolejki (oznaczymy go v)
 - rozpatrz każdego sąsiada v i jeśli nie był jeszcze wrzucony do kolejki, to wrzuć go do kolejki

Jak to zapisać na komputerze?

- tworzymy pustą kolejkę
- wrzucamy do niej dowolny wierzchołek
- dopóki kolejka nie jest pusta
 - wyciągnij wierzchołek z kolejki (oznaczymy go v)
 - rozpatrz każdego sąsiada v i jeśli nie był jeszcze wrzucony do kolejki, to wrzuć go do kolejki

Jak to zapisać na komputerze?

- tworzymy pustą kolejkę
- wrzucamy do niej dowolny wierzchołek
- dopóki kolejka nie jest pusta
 - wyciągnij wierzchołek z kolejki (oznaczymy go v)
 - rozpatrz każdego sąsiada v i jeśli nie był jeszcze wrzucony do kolejki, to wrzuc go do kolejki

BFS

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

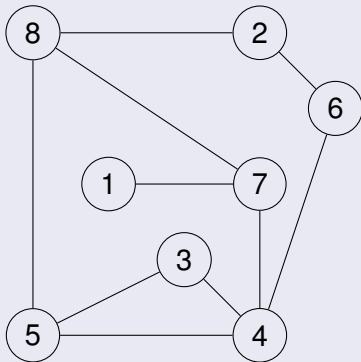
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Kolejka (przód z lewej)

8

BFS

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafiów

Problemy grafiowe

Reprezentacje grafiu

Przeszukiwanie grafiu

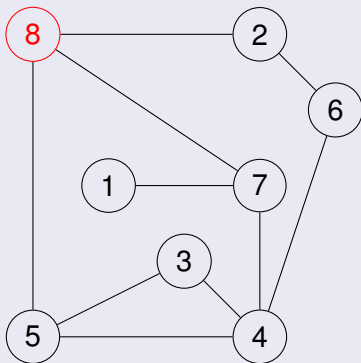
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Przykład



Kolejka (przód z lewej)

BFS

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

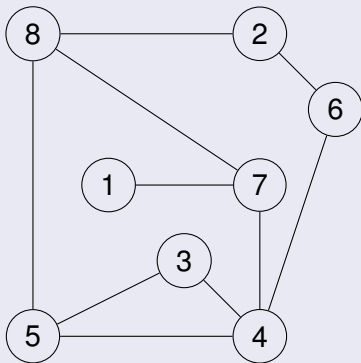
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Kolejka (przód z lewej)

2 5 7

BFS

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

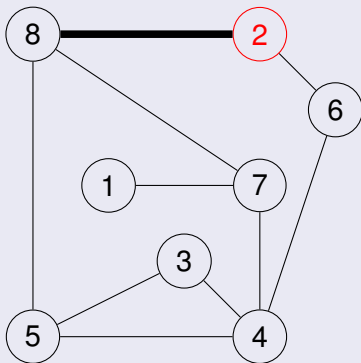
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Kolejka (przód z lewej)

5 7

BFS

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

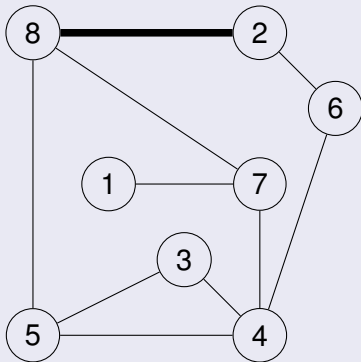
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Kolejka (przód z lewej)

5 7 6

BFS

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

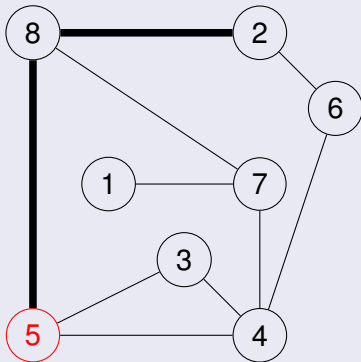
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Kolejka (przód z lewej)

7 6

BFS

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

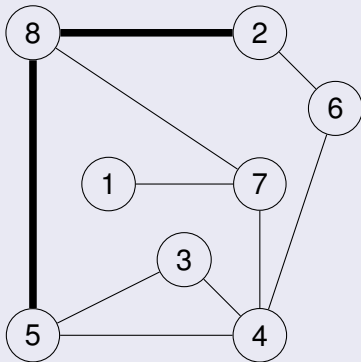
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Kolejka (przód z lewej)

7 6 3 4

BFS

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

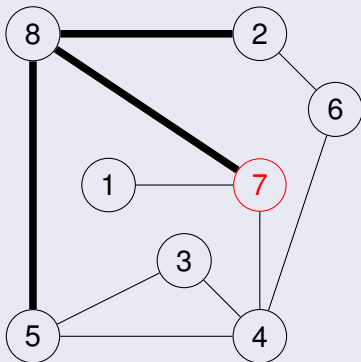
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Przykład



Kolejka (przód z lewej)

6 3 4

BFS

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

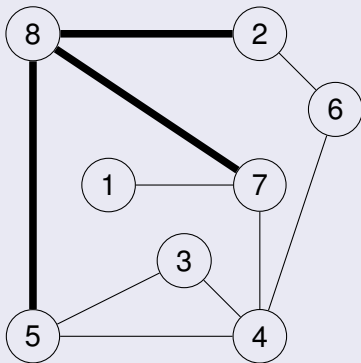
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Kolejka (przód z lewej)

6 3 4 1

BFS

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

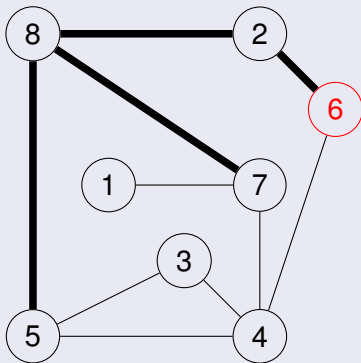
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Kolejka (przód z lewej)

3 4 1

BFS

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

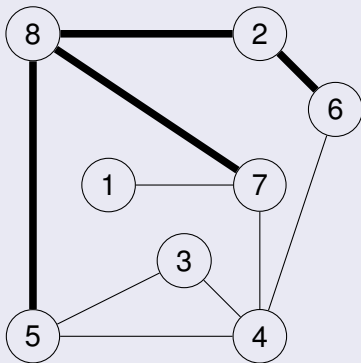
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Kolejka (przód z lewej)

3 4 1

BFS

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

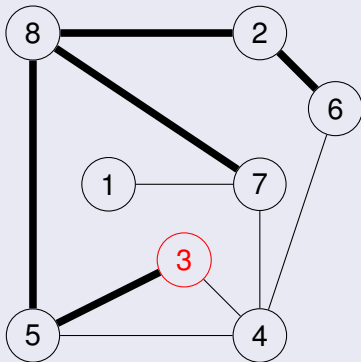
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Kolejka (przód z lewej)

4 1

BFS

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

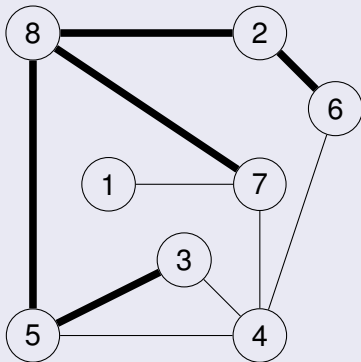
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Kolejka (przód z lewej)

4 1

BFS

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

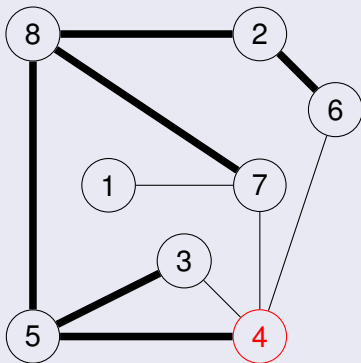
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Kolejka (przód z lewej)

1

BFS

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

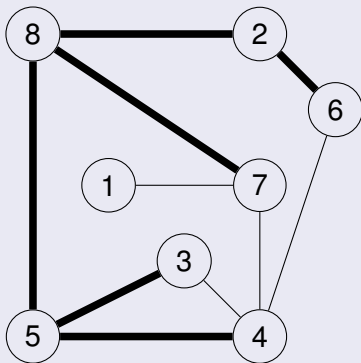
Podstawowe pojęcia
Rodzaje grafów
Problemy grafowe
Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp
DFS
BFS

Problemy

Przykład



Kolejka (przód z lewej)

1

BFS

Grafiy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafiów

Problemy grafiowe

Reprezentacje grafiu

Przeszukiwanie grafiu

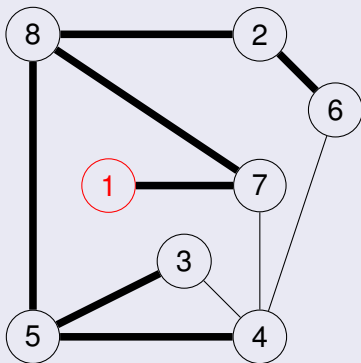
Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Przykład



Kolejka (przód z lewej)

Analiza złożoności

Złożoność algorytmu BFS, zarówno czasowa jak i pamięciowa, jest taka sama jak algorytmu DFS, czyli

- $O(|V|^2)$ dla macierzy sąsiedztwa
- $O(|V| + |E|)$ dla list sąsiedztwa

Analiza złożoności

Złożoność algorytmu BFS, zarówno czasowa jak i pamięciowa, jest taka sama jak algorytmu DFS, czyli

- $O(|V|^2)$ dla macierzy sąsiedztwa
- $O(|V| + |E|)$ dla list sąsiedztwa

Analiza złożoności

Złożoność algorytmu BFS, zarówno czasowa jak i pamięciowa, jest taka sama jak algorytmu DFS, czyli

- $O(|V|^2)$ dla macierzy sąsiedztwa
- $O(|V| + |E|)$ dla list sąsiedztwa

Zastosowania

- zamiast algorytmu DFS
- do wyszukiwania najkrótszych ścieżek

Zastosowania

- zamiast algorytmu DFS
- do wyszukiwania najkrótszych ścieżek

Implementacja

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Implementacja

Kod algorytmu BFS znajduje się w notatkach.

Problemy

Grafy - Wprowadzenie

Wstęp

Podstawowe pojęcia

Rodzaje grafów

Problemy grafowe

Reprezentacje grafu

Przeszukiwanie grafu

Wstęp

DFS

BFS

Problemy

Problemy

- oszacuj czas działania algorytmu DFS dla grafu o:
 - 3000 wierzchołków i 1 mln krawędzi
 - 1 mln wierzchołków i 1 mln krawędzi
- zliczanie spójnych składowych
- czy graf jest acykliczny?
- czy graf jest drzewem?
- liczenie odległości od A do B
- liczenie średnicy grafu