

Stos, kolejka i  
lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w  
informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu  
i kolejki

Lista dwukie-  
runkowa

Symulacja

# Stos, kolejka i lista

## Kurs II, zajęcia 1

Tomasz Kulczyński, Błażej Osiński, Wojciech Śmietanka

# Stos, kolejka, lista

Stos, kolejka i  
lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w  
informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu  
i kolejki

Lista dwukie-  
runkowa

Symulacja

## Stos, kolejka, lista

- to liniowe struktury danych
- pozwalają na trzymanie zmieniających się w czasie danych
- pozwalają na przetwarzanie danych w wybranej kolejności
- są potrzebne do bardziej zaawansowanych algorytmów, np. DFS-a, BFS-a

# Stos, kolejka, lista

Stos, kolejka i  
lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w  
informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu  
i kolejki

Lista dwukie-  
runkowa

Symulacja

## Stos, kolejka, lista

- to liniowe struktury danych
- pozwalają na trzymanie zmieniających się w czasie danych
- pozwalają na przetwarzanie danych w wybranej kolejności
- są potrzebne do bardziej zaawansowanych algorytmów, np. DFS-a, BFS-a

# Stos, kolejka, lista

Stos, kolejka i  
lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w  
informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu  
i kolejki

Lista dwukie-  
runkowa

Symulacja

## Stos, kolejka, lista

- to liniowe struktury danych
- pozwalają na trzymanie zmieniających się w czasie danych
- pozwalają na przetwarzanie danych w wybranej kolejności
- są potrzebne do bardziej zaawansowanych algorytmów, np. DFS-a, BFS-a

# Stos, kolejka, lista

Stos, kolejka i  
lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w  
informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu  
i kolejki

Lista dwukie-  
runkowa

Symulacja

## Stos, kolejka, lista

- to liniowe struktury danych
- pozwalają na trzymanie zmieniających się w czasie danych
- pozwalają na przetwarzanie danych w wybranej kolejności
- są potrzebne do bardziej zaawansowanych algorytmów, np. DFS-a, BFS-a

## Stos w informatyce

- zachowuje się tak, jak np. stos talerzy, czyli
- nowe elementy przychodzą na szczyt stosu
- w razie potrzeby pobieramy elementy ze szczytu stosu

## Stos w informatyce

- zachowuje się tak, jak np. stos talerzy, czyli
- nowe elementy przychodzą na szczyt stosu
- w razie potrzeby pobieramy elementy ze szczytu stosu

## Stos w informatyce

- zachowuje się tak, jak np. stos talerzy, czyli
- nowe elementy przychodzą na szczyt stosu
- w razie potrzeby pobieramy elementy ze szczytu stosu



# Stos w praktyce — przykład działania

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

## W pewnej stołówce są numerek dla każdego zamówienia

- gdy przychodzi klient i coś zamawia to dostaje numerek ze szczytu stosu
- gdy kucharka przyrządzi zamówioną potrawę wywołuje numerek
- klient przychodzi i wymienia numerek na swoje zamówienie
- kucharka odkłada numerek na szczycie stosu

# Stos w praktyce — przykład działania

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

## W pewnej stołówce są numerek dla każdego zamówienia

- gdy przychodzi klient i coś zamawia to dostaje numerek ze szczytu stosu
- gdy kucharka przyrządzi zamówioną potrawę wywołuje numerek
- klient przychodzi i wymienia numerek na swoje zamówienie
- kucharka odkłada numerek na szczycie stosu

# Stos w praktyce — przykład działania

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

## W pewnej stołówce są numerek dla każdego zamówienia

- gdy przychodzi klient i coś zamawia to dostaje numerek ze szczytu stosu
- gdy kucharka przyrządzi zamówioną potrawę wywołuje numerek
- klient przychodzi i wymienia numerek na swoje zamówienie
- kucharka odkłada numerek na szczycie stosu

# Stos w praktyce — przykład działania

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

## W pewnej stołówce są numerek dla każdego zamówienia

- gdy przychodzi klient i coś zamawia to dostaje numerek ze szczytu stosu
- gdy kucharka przyrządzi zamówioną potrawę wywołuje numerek
- klient przychodzi i wymienia numerek na swoje zamówienie
- kucharka odkłada numerek na szczycie stosu

# Stos w praktyce — przykład działania

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

## W pewnej stołówce są numerek dla każdego zamówienia

- gdy przychodzi klient i coś zamawia to dostaje numerek ze szczytu stosu
- gdy kucharka przyrządzi zamówioną potrawę wywołuje numerek
- klient przychodzi i wymienia numerek na swoje zamówienie
- kucharka odkłada numerek na szczycie stosu

# Stos — symulacja

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

początek pracy, wszystkie numerki w kasie

11 ← **szczyt stosu**

9

42

23

# Stos — symulacja

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

przychodzi klient, dostaje nr 11

9 ← **szczyt stosu**

42

23

# Stos — symulacja

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

przychodzi kolejny klient, dostaje nr 9

42 ← **szczyt stosu**

23



# Stos — symulacja

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

kolejny klient dostaje nr 42

23 ← **szczyt stosu**

# Stos — symulacja

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

klient z nr 11 dostaje jedzenie i oddaje w zamian numerek

11 ← **szczyt stosu**

23

# Stos — symulacja

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

nowy klient, dostaje nr 11

23 ← **szczyt stosu**

# Stos — symulacja

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

klient nr 42 dostaje jedzenie

42 ← szczyt stosu

23

# Stos — symulacja

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

ostatni klient dostaje jedzenie

9 ← **szczyt stosu**

42

23

# Kolejka

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

**Kolejka**

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

## Kolejka to:

- liniowa struktura danych
- elementy pobieramy z początku
- nowe elementy wstawiamy na koniec
- pierwszy element kolejki nazywamy głową
- ostatni element nazywamy ogonem

# Kolejka

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

**Kolejka**

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

## Kolejka to:

- liniowa struktura danych
- elementy pobieramy z początku
- nowe elementy wstawiamy na koniec
- pierwszy element kolejki nazywamy głową
- ostatni element nazywamy ogonem

# Kolejka

Stos, kolejka i  
lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w  
informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu  
i kolejki

Lista dwukie-  
runkowa

Symulacja

## Kolejka to:

- liniowa struktura danych
- elementy pobieramy z początku
- nowe elementy wstawiamy na koniec
- pierwszy element kolejki nazywamy głową
- ostatni element nazywamy ogonem



# Kolejka

Stos, kolejka i  
lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w  
informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu  
i kolejki

Lista dwukie-  
runkowa

Symulacja

## Kolejka to:

- liniowa struktura danych
- elementy pobieramy z początku
- nowe elementy wstawiamy na koniec
- pierwszy element kolejki nazywamy głową
- ostatni element nazywamy ogonem

# Kolejka

Stos, kolejka i  
lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w  
informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu  
i kolejki

Lista dwukie-  
runkowa

Symulacja

## Kolejka to:

- liniowa struktura danych
- elementy pobieramy z początku
- nowe elementy wstawiamy na koniec
- pierwszy element kolejki nazywamy głową
- ostatni element nazywamy ogonem

# Kolejka w informatyce

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

## Kolejka w informatyce

- ... działa dokładnie tak samo jak kolejka w sklepie
- pierwszy do kasy idzie klient z przodu kolejki
- nowi klienci idą na koniec kolejki

# Kolejka w informatyce

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

## Kolejka w informatyce

- ... działa dokładnie tak samo jak kolejka w sklepie
- pierwszy do kasy idzie klient z przodu kolejki
- nowi klienci idą na koniec kolejki

# Kolejka w informatyce

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

## Kolejka w informatyce

- ... działa dokładnie tak samo jak kolejka w sklepie
- pierwszy do kasy idzie klient z przodu kolejki
- nowi klienci idą na koniec kolejki

# Przykład

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

głowa → 10 ←ogon  
głowa → 10 15 ←ogon  
głowa → 10 15 42 ←ogon  
głowa → 15 42 ←ogon  
głowa → 15 42 32 ←ogon  
głowa → 42 32 ←ogon

**pusta kolejka**

przychodzi liczba 10  
przychodzi liczba 15  
przychodzi liczba 42  
pobieramy liczbę z przodu  
przychodzi liczba 32  
pobieramy liczbę z przodu

# Przykład

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

głowa → 10 ←ogon  
głowa → 10 15 ←ogon  
głowa → 10 15 42 ←ogon  
głowa → 15 42 ←ogon  
głowa → 15 42 32 ←ogon  
głowa → 42 32 ←ogon

pusta kolejka  
przychodzi liczba 10  
przychodzi liczba 15  
przychodzi liczba 42  
pobieramy liczbę z przodu  
przychodzi liczba 32  
pobieramy liczbę z przodu

# Przykład

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

głowa → 10 ←ogon  
głowa → 10 15 ←ogon  
głowa → 10 15 42 ←ogon  
głowa → 15 42 ←ogon  
głowa → 15 42 32 ←ogon  
głowa → 42 32 ←ogon

pusta kolejka  
przychodzi liczba 10  
przychodzi liczba 15  
przychodzi liczba 42  
pobieramy liczbę z przodu  
przychodzi liczba 32  
pobieramy liczbę z przodu



# Przykład

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

głowa → 10 ←ogon  
głowa → 10 15 ←ogon  
**głowa → 10 15 42 ←ogon**  
głowa → 15 42 ←ogon  
głowa → 15 42 32 ←ogon  
głowa → 42 32 ←ogon

pusta kolejka  
przychodzi liczba 10  
przychodzi liczba 15  
**przychodzi liczba 42**  
pobieramy liczbę z przodu  
przychodzi liczba 32  
pobieramy liczbę z przodu

# Przykład

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

głowa → 10 ←ogon  
głowa → 10 15 ←ogon  
głowa → 10 15 42 ←ogon  
**głowa → 15 42 ←ogon**  
głowa → 15 42 32 ←ogon  
głowa → 42 32 ←ogon

pusta kolejka  
przychodzi liczba 10  
przychodzi liczba 15  
przychodzi liczba 42  
**pobieramy liczbę z przodu**  
przychodzi liczba 32  
pobieramy liczbę z przodu

# Przykład

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

głowa → 10 ←ogon  
głowa → 10 15 ←ogon  
głowa → 10 15 42 ←ogon  
głowa → 15 42 ←ogon  
**głowa → 15 42 32 ←ogon**  
głowa → 42 32 ←ogon

pusta kolejka  
przychodzi liczba 10  
przychodzi liczba 15  
przychodzi liczba 42  
pobieramy liczbę z przodu  
**przychodzi liczba 32**  
pobieramy liczbę z przodu

# Przykład

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

głowa → 10 ←ogon  
głowa → 10 15 ←ogon  
głowa → 10 15 42 ←ogon  
głowa → 15 42 ←ogon  
głowa → 15 42 32 ←ogon  
głowa → 42 32 ←ogon

pusta kolejka  
przychodzi liczba 10  
przychodzi liczba 15  
przychodzi liczba 42  
pobieramy liczbę z przodu  
przychodzi liczba 32  
pobieramy liczbę z przodu

# Podsumowanie stosu i kolejki

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

- **stos i kolejka to liniowe struktury danych**
- na stosie element, który doszedł ostatni jest zużywany jako pierwszy
- w kolejce elementy są zużywane w takiej kolejności jak przyszły do kolejki
- operacje wstawienia/usunięcia elementów do stosu/kolejki wykonywane są w czasie  $O(1)$

# Podsumowanie stosu i kolejki

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

- stos i kolejka to liniowe struktury danych
- na stosie element, który doszedł ostatni jest zużywany jako pierwszy
- w kolejce elementy są zużywane w takiej kolejności jak przyszły do kolejki
- operacje wstawienia/usunięcia elementów do stosu/kolejki wykonywane są w czasie  $O(1)$

# Podsumowanie stosu i kolejki

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

- stos i kolejka to liniowe struktury danych
- na stosie element, który doszedł ostatni jest zużywany jako pierwszy
- w kolejce elementy są zużywane w takiej kolejności jak przyszły do kolejki
- operacje wstawienia/usunięcia elementów do stosu/kolejki wykonywane są w czasie  $O(1)$

# Podsumowanie stosu i kolejki

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

- stos i kolejka to liniowe struktury danych
- na stosie element, który doszedł ostatni jest zużywany jako pierwszy
- w kolejce elementy są zużywane w takiej kolejności jak przyszły do kolejki
- operacje wstawienia/usunięcia elementów do stosu/kolejki wykonywane są w czasie  $O(1)$



# Lista dwukierunkowa

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

## Lista dwukierunkowa

- to liniowa struktura danych
- to ciąg elementów, z których każdy pamięta swojego następnika i poprzednika
- pozwala na wstawianie elementów z przodu, z tyłu i nawet w środku ciągu elementów
- za pomocą listy dwukierunkowej można symulować zarówno stos jak i kolejkę

# Lista dwukierunkowa

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

## Lista dwukierunkowa

- to liniowa struktura danych
- to ciąg elementów, z których każdy pamięta swojego następnika i poprzednika
- pozwala na wstawianie elementów z przodu, z tyłu i nawet w środku ciągu elementów
- za pomocą listy dwukierunkowej można symulować zarówno stos jak i kolejkę

# Lista dwukierunkowa

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

## Lista dwukierunkowa

- to liniowa struktura danych
- to ciąg elementów, z których każdy pamięta swojego następnika i poprzednika
- pozwala na wstawianie elementów z przodu, z tyłu i nawet w środku ciągu elementów
- za pomocą listy dwukierunkowej można symulować zarówno stos jak i kolejkę

# Lista dwukierunkowa

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

## Lista dwukierunkowa

- to liniowa struktura danych
- to ciąg elementów, z których każdy pamięta swojego następnika i poprzednika
- pozwala na wstawianie elementów z przodu, z tyłu i nawet w środku ciągu elementów
- za pomocą listy dwukierunkowej można symulować zarówno stos jak i kolejkę

# Lista dwukierunkowa

Stos, kolejka i lista

Wstęp

Stos

Przykład

Stos — symulacja

Kolejka

Kolejka w informatyce

Przykład

Podsumowanie stosu i kolejki

Lista dwukierunkowa

Symulacja

O liście dwukierunkowej można myśleć jak o ...

... ciągu osób trzymających się za rękę. Każda osoba trzyma swojego lewego i prawego sąsiada. W takiej strukturze możliwe jest dodawanie nowej osoby w dowolnym miejscu. Możliwe jest także usuwanie osób z takiej listy. **Należy wtedy pamiętać, żeby po dodaniu/usunięciu osoby skorygować uchwyty dłoni.**

17 ↔ 13 ↔ 42 ↔ 23

17 ↔ 13 ↔ 44 ↔ 42 ↔ 23

17 ↔ 13 ↔ 44 ↔ 23

10 ↔ 17 ↔ 13 ↔ 44 ↔ 23

tak wygląda zwykła lista  
za elementem 13 wstawmy 44  
usuwamy element 42  
dodajemy 10 na początek

17 ↔ 13 ↔ 42 ↔ 23  
17 ↔ 13 ↔ 44 ↔ 42 ↔ 23  
17 ↔ 13 ↔ 44 ↔ 23  
10 ↔ 17 ↔ 13 ↔ 44 ↔ 23

tak wygląda zwykła lista  
za elementem 13 wstawmy 44  
usuwamy element 42  
dodajemy 10 na początek

17 ↔ 13 ↔ 42 ↔ 23  
17 ↔ 13 ↔ 44 ↔ 42 ↔ 23  
17 ↔ 13 ↔ 44 ↔ 23  
10 ↔ 17 ↔ 13 ↔ 44 ↔ 23

tak wygląda zwykła lista  
za elementem 13 wstawmy 44  
usuwamy element 42  
dodajemy 10 na początek



17 ↔ 13 ↔ 42 ↔ 23

17 ↔ 13 ↔ 44 ↔ 42 ↔ 23

17 ↔ 13 ↔ 44 ↔ 23

10 ↔ 17 ↔ 13 ↔ 44 ↔ 23

tak wygląda zwykła lista  
za elementem 13 wstawmy 44  
usuwamy element 42  
dodajemy 10 na początek