Programowanie obiektowe

Sieci powiązań

Paweł Daniluk

Wydział Fizyki

Jesień 2015

Sieci powiązań

Można (bardzo zgrubnie) wyróżnić dwa rodzaje powiązań pomiędzy obiektami:

1. obiekt nadrzędny do wielu podrzędnych (np. bycie elementem, zawieranie) – zazwyczaj pomiędzy obiektami różnych klas
2. pomiędzy obiektami równoważnymi (np. sąsiedztwo, występowanie oddziaływania) – często pomiędzy obiektami jednej klasy

Pierwszy rodzaj powiązań zazwyczaj skutkuje powstaniem jednej (lub wielu) hierarchii. Dobrą implementacją są konterery.

Sytuacja jest bardziej złożona, gdy sieć powiązań jest bardziej skomplikowana i chcemy obliczyć np.:

- najszybsze połączenie lotnicze z wylotem po południu
- najliczniejszą grupę studentów, z których każdych dwoje chodziło wspólnie na co najmniej jedne zajęcia

Różne topologie sieci

1. Lista jednokierunkowa
2. Lista dwukierunkowa
3. Lista cykliczna
4. Drzewo binarne
5. Drzewo o dowolnym stopniu wierzchołków
6. Graf

Uwaga

Może być wiele rodzajów powiązań.

Listy jednokierunkowe

Każdy obiekt zna swój następnik.

Reprezentacja

Przez pierwszy element

Przechodzenie

Od początku do końca w jednym kierunku. Nie ma możliwości cofania.

Wstawianie

Najłatwiej na początek

Usuwanie

Najłatwiej z początku

Lista jednokierunkowa – przykład

```python
class ListElement:
    def __init__(self, val, next=None):
        self.val = val
        self.next = next

    def find(self, val):
        if self.val == val:
            return self
        else if self.next:
            return self.next.find(val)

        return None

    def insert_after(self, val):
        self.next = ListElement(val, self.next)

def push(l, val):
    return ListElement(val, l)

def pop(l):
    return l.val, l.next
```

Listy dwukierunkowe

Każdy obiekt zna swój następnik i poprzednik.

Reprezentacja

Przez pierwszy i ostatni element.

Przechodzenie

Sekwencyjne w obie strony.

Wstawianie

Gdziekolwiek, ale trzeba sekwencyjnie dojść we właściwe miejsce.

Usuwanie

J.w.

Listy cykliczne

Każdy element ma następnik – “pierwszy” jest następnikiem “ostatniego”

Zastosowania

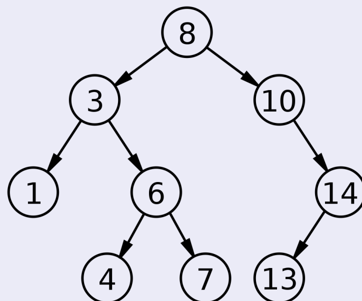
- bufor cykliczny
- równomierny przydział zasobów

Drzewa binarne

Drzewo binarne jest strukturą danych, w której każdy węzeł ma co najwyżej dwa węzły potomne, każdy węzeł z wyjątkiem korzenia ma rodzica oraz żaden węzeł nie może być swoim przodkiem.

Ważne pojęcia

- korzeń
- poddrzewo (lewe, prawe)
- potomek
- rodzic
- przodek



Drzewa binarne

Reprezentacja

Przez korzeń

Wstawianie

Najłatwiej liść

Przechodzenie

DFS i BFS

Usuwanie

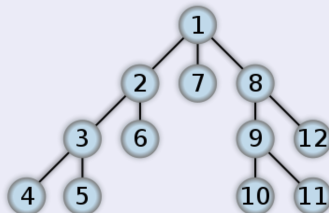
Liście. Usuwanie węzłów może wymagać przebudowy drzewa.

Obchodzenie drzewa

Większość algorytmów operujących na drzewach wymaga sprawdzenia zawartości wierzchołków. Można to robić na wiele sposobów. Wyróżnia się dwa podstawowe: Depth First Search (DFS) i Breadth First Search (BFS).

DFS

Polega na schodzeniu wgłąb. Po odwiedzeniu wierzchołka, odwiedza się wszystkie wierzchołki w lewym poddrzewie, następnie wszystkie wierzchołki w prawym poddrzewie.

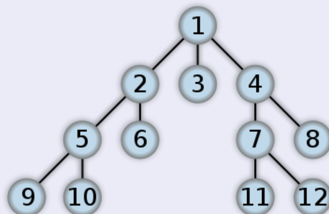


Obchodzenie drzewa

Większość algorytmów operujących na drzewach wymaga sprawdzenia zawartości wierzchołków. Można to robić na wiele sposobów. Wyróżnia się dwa podstawowe: Depth First Search (DFS) i Breadth First Search (BFS).

BFS

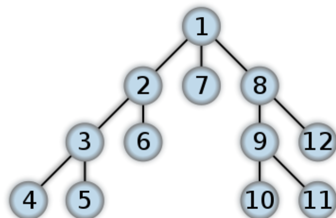
Polega na odwiedzaniu wierzchołków według odległości od korzenia.



Obchodzenie drzewa – DFS

Stos

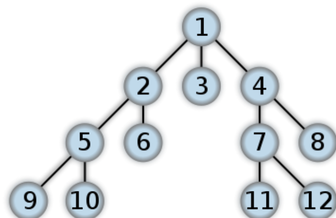
0. 1
1. 8 7 2
2. 8 7 6 3
3. 8 7 6 5 4
4. 8 7 6 5
5. 8 7 6
6. 8 7
7. 8
8. 12 9
9. 12 11 10
10. 12 11
11. 12
12.



Obchodzenie drzewa – BFS

Kolejka

0. 1
1. 2 3 4
2. 3 4 5 6
3. 4 5 6
4. 5 6 7 8
5. 6 7 8 9 10
6. 7 8 9 10
7. 8 9 10 11 12
8. 9 10 11 12
9. 10 11 12
10. 11 12
11. 12
12.



Drzewo binarne – przykład

```
class Node:
    def __init__(self, val,  parent=None, left=None, right=None):
        self.val = val
        self.parent = parent
        self.left = left
        self.right = right

    def DFS(self, pre_op = lambda x: x, in_op = lambda x: x,
            post_op = lambda x: x):
        pre_op(self)
        if self.left is not None:
            self.left.DFS(pre_op, in_op, post_op)
        in_op(self)
        if self.right is not None:
            self.right.DFS(pre_op, in_op, post_op)
        post_op(self)
```

Drzewa – rozszerzenia

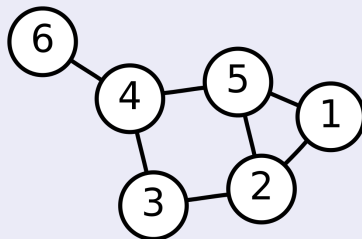
1. wierzchołki wyższego stopnia – lista poddrzew zamiast atrybutów `left` i `right`
2. wagi krawędzi
3. fastrygowanie – dodatkowe połączenia pomiędzy wierzchołkami

Grafy

Graf jest strukturą danych, w której dowolne węzły mogą być połączone krawędzią.

Ważne pojęcia

- węzeł (ang. node, vertex)
- krawędź (ang. edge, arc)
- sąsiedzi
- ścieżka
- cykl
- klika
- spójna składowa
- drzewo rozpinające



Reprezentacje grafów

1. Listy sąsiedztwa
2. Macierz sąsiedztwa
3. Lista krawędzi

Każda reprezentacja ma swoje silne i słabe strony.

Listy sąsiedztwa

Zalety

- relatywnie niewielkie zużycie pamięci (zwłaszcza dla rzadkich grafów)
- łatwo określić sąsiadów węzła
- wygodne obchodzenie grafu

Wady

- pracochłonne sprawdzanie, czy konkretna krawędź należy do grafu

Macierz sąsiedztwa

Zalety

- łatwość implementacji
- sprawdzanie, czy krawędź należy do grafu
- wiele operacji da się zdefiniować w języku macierzy

Wady

- pracochłonne znajdowanie sąsiadów węzła
- zużycie pamięci

Zastosowania grafów

- mapy
- sieci telekomunikacyjne
- cytowania, powiązania pomiędzy dokumentami
- interakcje pomiędzy białkami
- szlaki sygnałowe

Operacje na elementach i na strukturze

Listę jednokierunkową albo drzewo łatwo można utożsamić z pierwszym elementem (korzeniem). Bardziej skomplikowane struktury na to nie pozwalają.

Niektórych operacji nie da się zdefiniować na elementach grafu. Na przykład:

- znajdowanie spójnych składowych
- znajdowanie najdłuższej ścieżki (średnicy grafu)
- znajdowanie minimalnego drzewa rozpinającego

Przykładowe rozwiązanie