

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра МО ЭВМ

ОТЧЕТ
по лабораторной работе №2
по дисциплине «Информатика»
Тема: Алгоритмы и структуры данных в Python. Вариант 1

Студент гр. 3343

Наумкин А.Д.

Преподаватель

Иванов Д. В.

Санкт-Петербург

2024

Цель работы

Научиться создавать класс односвязного списка на языке программирования Python, описывать элемент списка, методы для изменения элементов в односвязном списке.

Задание

В данной лабораторной работе Вам предстоит реализовать связный **однонаправленный** список. Для этого необходимо реализовать 2 зависимых класса:

Node

Класс, который описывает элемент списка.

Он должен иметь 2 поля:

- **data** - Данные элемента списка, приватное поле.
- **next** - Ссылка на следующий элемент списка.

И следующие методы:

- **__init__(self, data, next)** - конструктор, у которого значения по умолчанию для аргумента next равно None.
- **get_data(self)** - метод возвращает значение поля data (это необходимо, потому что в идеале пользователь класса не должен трогать поля класса Node).
- **__str__(self)** - перегрузка стандартного метода **__str__**, который преобразует объект в строковое представление. Для данной лабораторной необходимо реализовать следующий формат перевода объекта класса Node в строку: «data: <node_data>, next: <node_next>»,

где <node_data> - это значение поля data объекта Node, <node_next> - это значение поля next объекта, на который мы ссылаемся, если он есть, иначе None.

Linked List

Класс, который описывает связный **однонаправленный** список.

Он должен иметь 2 поля:

- **head** - Данные первого элемента списка.
- **length** - Количество элементов в списке.

И следующие методы:

- **__init__(self, head)** - конструктор, у которого значения по умолчанию для аргумента head равно None.

- Если значение переменной `head` равна `None`, метод должен создавать пустой список.
- Если значение `head` не равно `None`, необходимо создать список из одного элемента.
- **`__len__(self)`** - перегрузка метода `__len__`, он должен возвращать длину списка (этот стандартный метод, например, используется в функции `len`).
- **`append(self, element)`** - добавление элемента в конец списка. Метод должен создать объект класса `Node`, у которого значение поля `data` будет равно `element` и добавить этот объект в конец списка.
- **`__str__(self)`** - перегрузка стандартного метода `__str__`, который преобразует объект в строковое представление. Для данной лабораторной необходимо реализовать следующий формат перевода объекта класса однонаправленного списка в строку:
 - Если список пустой, то строковое представление:
 - `"LinkedList[]"code>`
 - Если не пустой, то формат представления следующий:
 - `"LinkedList[length = <len>, [data:<first_node>.data, next: <first_node>.data; data:<second_node>.data, next:<second_node>.data; ... ; data:<last_node>.data, next: <last_node>.data]"`,
 - где `<len>` - длина связного списка, `<first_node>`, `<second_node>`, `<third_node>`, ... , `<last_node>` - элементы однонаправленного списка.
- **`pop(self)`** - удаление последнего элемента. Метод должен выбрасывать исключение `IndexError` с сообщением `"LinkedList is empty!"`, если список пустой.
- **`clear(self)`** - очищение списка.
- **`delete_on_end(self, n)`** - удаление `n`-того элемента с конца списка. Метод должен выбрасывать исключение `KeyError`, с сообщением `"Element doesn't exist!"`, если количество элементов меньше `n`.

Выполнение работы

Связный список - это структура данных, которая состоит из узлов, каждый из которых содержит данные и ссылку (или указатель) на следующий узел в списке. Последний узел обычно указывает на NULL или None, что означает конец списка.

Основные отличия связного списка:

- Связный список может динамически изменяться, добавляя или удаляя элементы без необходимости перемещения всех элементов, в отличие от массива, который требует перекопирования при изменении размера.
- Вставка и удаление элементов в середине связного списка более эффективны, так как не требуется сдвиг всех последующих элементов, в отличие от массива, где это может быть затратно по ресурсам.

Первым делом создаётся класс Node, в функции `__init__` создаётся приватное поле `data` и поле `next`, которое будет содержать указатель на следующий элемент. Чтобы получить значение элемента списка используется метод `get_data`. При выводе объекта данного класса в консоль будет выведена информация о полях `data` и `next`. Сложность данных методов `__init__`, `get_data`, `__str__` $O(1)$.

Затем создаётся LinkedList с полями `head` и `length`. Поле `head` будет содержать в себе первый объект класса Node (первый элемент списка), `length` – длину всего списка. Сложность метода `__init__` $O(1)$.

Чтобы добавить элемент в связный список создадим объект класса Node. Если поле `head` пустое (список пустой), то в `head` запишем созданный объект, иначе создадим переменную `current` и с помощью поля `next` будем совершать сдвиг, до тех пор, пока `next` не будет равно None, после чего в поле `next` записываем добавляемый элемент, длину всего списка увеличиваем на 1. Сложность данного метода `append` $O(n)$, потому что необходимо пройти по всем элементам списка.

Чтобы вывести информацию о списке, необходимо пока в поле `next` есть элемент выводить поле `data` у текущего и у следующего элемента (с помощью

`get_data()`). Если элемент последний, то в выводе следующего элемента будет `None`. Сложность данного метода $O(n)$.

Чтобы удалить последний элемент из списка, нужно, чтобы у предпоследнего элемента поле `next` стало `None`, длина уменьшается на 1. Сложность данного метода $O(n)$, потому что необходимо пройти по всем элементам списка.

Для удаления определённого элемента с конца, необходимо создать переменную `end`, чтобы определить, какой элемент нужно удалить сначала (список односвязный, хранится первый элемент списка), с помощью переменной `position` можно определить индекс элемента, который рассматривается в данный момент. Если `end` и `position` совпадают, то в поле `head` помещается следующий элемент списка, длина уменьшается на 1, в противном случае необходимо пройти по списку, пока `position` не равен `end`, после чего в поле элемента `next` помещается элемент, который стоит после удаляемого элемента (т.е. `current.next = current.next.next`). Сложность данного метода `delete_on_end` $O(n)$, т.к. придётся пройти по списку до необходимого элемента.

Чтобы полностью очистить список необходимо очистить поле `head`, отвечающий за первый элемент списка, и поле `length` обнулить. Сложность метода `clear` $O(1)$.

Реализация бинарного поиска для связного списка. Предположим, что элементы уже отсортированы по возрастанию. Создадим переменные `start = 0` и `end = self.length - 1` для определения границ искомого элемента, `position = 0`, чтобы понимать, на каком месте элемент, `mid = (start + end) / 2` – средний элемент и `current` – текущий элемент связного списка. Пока `start <= end`, с помощью переменных `position` и `current`, определяем средний элемент, если искомый элемент равен ему, то возвращаем значение (`self.current`), в противном случае если искомый элемент больше среднего, то `start = mid + 1`, иначе `end = mid - 1`, позиция и сам элемент возвращаются в исходную позицию `position = 0`, `current = self.head`. Если элемент не был найден, то функция бинарного поиска вернёт -1.

Основное отличие бинарного поиска связного списка от классического списка python, в том, что необходимы дополнительные переменные для нахождения среднего элемента, с которым идёт сравнение искомого элемента. В классическом списке достаточно обратиться по индексу к элементу списка, а в связном списке нужно пройти по всем элементам, пока не будет найден средний.

Выводы

Была написана программа, которая содержит в себе реализацию односвязного линейного списка. В ней можно создавать список, добавлять и удалять элементы в различных позициях, а также выводить информацию о каждом элементе списка.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ИСХОДНЫЙ КОД ПРОГРАММЫ

Название файла: main.py

```
class Node:
    def __init__(self, data, next=None):
        self.__data = data
        self.next = next

    def get_data(self):
        return self.__data

    def __str__(self):
        next_data = "None" if self.next is None else
str(self.next.get_data())
        return f"data: {self.__data}, next: {next_data}"

class LinkedList:
    def __init__(self, head=None):
        self.head = head
        self.length = 0 if head is None else 1

    def __len__(self):
        return self.length

    def append(self, element):
        if self.head is None:
            self.head = Node(element)
        else:
            current = self.head
            while current.next is not None:
                current = current.next
            current.next = Node(element)
        self.length += 1

    def __str__(self):
        if self.head is None:
            return "LinkedList[]"
        else:
            elements = []
            current = self.head
            while current is not None:
                elements.append(str(current))
                current = current.next
            return f"LinkedList[length = {self.length}, [{';
'.join(elements)}]]"

    def pop(self):
        if self.head is None:
            raise IndexError("LinkedList is empty!")
        elif self.head.next is None:
            self.head = None
        else:
            current = self.head
            while current.next.next is not None:
```

```

        current = current.next
        current.next = None
    self.length -= 1

def clear(self):
    self.head = None
    self.length = 0

def delete_on_end(self, n):
    if n > self.length or n <= 0:
        raise KeyError("Element doesn't exist!")
    elif n == self.length:
        self.head = self.head.next
    else:
        current = self.head
        for _ in range(self.length - n - 1):
            current = current.next
        current.next = current.next.next
    self.length -= 1

```

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ТЕСТИРОВАНИЕ

Тест №1

Входные данные (программа):

```
node = Node(1)
print(node)
node.next = Node(2, None)
print(node)
```

Выходные данные:

```
data: 1, next: None
data: 1, next: 2
```

Комментарий:

Тест показывает, что элемент однонаправленного списка инициализируется корректно.

Тест №2

Входные данные (программа):

```
linked_list = LinkedList()
print(linked_list)
print(len(linked_list))
linked_list.append(10)
print(linked_list)
print(len(linked_list))
linked_list.append(20)
print(linked_list)
print(len(linked_list))
linked_list.pop()
print(linked_list)
print(len(linked_list))
```

Выходные данные:

```
LinkedList[]
0
LinkedList[length = 1, [data: 10, next: None]]
1
LinkedList[length = 2, [data: 10, next: 20; data: 20, next: None]]
2
LinkedList[length = 1, [data: 10, next: None]]
1
```

Комментарий:

Проверка инициализации списка, затем добавляется элемент, проверяется, что вывод корректен, добавляется и удаляется следующий элемент, результаты этих преобразований видны.

Тест №3

Входные данные (программа):

```
linked_list = LinkedList()
linked_list.append(10)
print(linked_list, len(linked_list))
linked_list.append(20)
linked_list.append(30)
linked_list.pop()
print(linked_list, len(linked_list))
linked_list.append(40)
linked_list.append(50)
linked_list.append(60)
linked_list.delete_on_end(2)
print(linked_list, len(linked_list))
linked_list.clear()
print(linked_list, len(linked_list))
```

Выходные данные:

```
LinkedList[length = 1, [data: 10, next: None]] 1
LinkedList[length = 2, [data: 10, next: 20; data: 20, next: None]] 2
LinkedList[length = 4, [data: 10, next: 20; data: 20, next: 40; data:
40, next: 60; data: 60, next: None]] 4
LinkedList[] 0
```

Комментарий:

Инициализирован список, добавлен один элемент и вывод результата, затем добавляется два элемента и последний удаляется, затем добавляется 3 элемента и удаляется второй с конца, затем список очищается.