Урок Классы № 1

Проектирование и разработка классов. Часть 1

Аннотация

На этом занятии мы коснемся обширной темы проектирования программ. Чем больше и сложнее программа, тем важнее еще до написания кода понять, что она должна делать и какова будет ее внутренняя структура.

1. Введение

Проектирование

Этап определения внутренней структуры программы, разнесения функциональности между модулями (а затем и внутри модулей — между функциями, классами и методами) называется **проектированием**. Чем сложнее программа, тем больше возможностей придется рассмотреть при проектировании и тем важнее выбрать подходящий вариант. Результат проектирования должен быть внутренне непротиворечив, хорошо отражать логику предметной области и допускать дальнейшее развитие программы без перепроектирования.

Мы разберем проектирование программы для игры в шахматы. Программа предназначена для двух игроков, которые за одним компьютером будут по очереди делать ходы. Программа должна принимать только допустимые ходы и отображать на экране положение фигур после каждого хода с помощью псевдографики. Никакого искусственного интеллекта и возможности самостоятельно делать ходы от программы не требуется.

Можно было бы просто выбрать готовый вариант проектирования и приступить к поэтапной реализации каждого класса и метода. Однако в этом случае мы не смогли бы рассмотреть варианты и увидеть, что бывает, когда программа спроектирована некорректно и ее приходится перепроектировать на лету. Такое случается, когда требования к программе изменяются и уточняются в ходе ее написания.

Этапы проектирования программы

Поэтому мы будем проектировать программу и сразу писать код, делая это в несколько этапов:

- **Подготовительный этап** — цвет фигур, доска
- **Движение фигуры по пустой доске** — реализация класса доски и классов пешки и ладьи
- **Движение фигуры по доске с другими фигурами** — ферзь, ладья, слон и пешка (при ходе на две клетки) не должны иметь препятствий на пути
- **Взятие фигуры другой фигурой**

Мы не будем реализовывать взятие на проходе, рокировку, превращение пешки, запрет хода королем под шах и прочие сложные правила.

2. Подготовительный этап

Для начала опишем цвет фигуры. От цвета нам нужно три операции: задание цвета фигуры, проверка цвета (черный или белый) и получение противоположного цвета.

Простейший способ описать цвет — определить две константы WHITE и BLACK и функцию, которая будет возвращать цвет, противоположный переданному.

```
WHITE = 1
BLACK = 2


# Удобная функция для вычисления цвета противника
def opponent(color):
    if color == WHITE:
        return BLACK
    return WHITE


# Инициализация цвета
color = WHITE
# Проверка цвета
if color == BLACK:
    do_something()
# сравнение цветов
color == other_color
# Цвет противника
opponent_color = opponent(color)
```

Обратите внимание: используются именно константы, а не строки `"white"` и `"black"`. Если допустить в такой строке опечатку (например, whte вместо white), выражение всегда будет ложным. Однако в случае `color == "whte"` программа просто будет тихонько работать неправильно, и ошибку придется поискать. Если же написать `color == WHTE`, интерпретатор прекратит работу, встретив неизвестное имя WHTE, и сразу укажет, в какой строке ошибка.

Обозначение констант в Python

Переменные `BLACK` и `WHITE` названы в верхнем регистре, чтобы показать, что они фактически будут константами, т. е. мы не собираемся их изменять. Настоящих констант в Python нет, и `WHITE` — такая же

переменная, как и любая другая, однако такие стандартные обозначения помогают писать и читать программы.

На этом варианте кода с константами `WHITE` и `BLACK` мы и остановимся в итоге. И все же давайте попробуем еще пару вариантов.

```
# Не здравый пример лишнего класса для цвета:
WHITE = 1
BLACK = 2


class PieceColor():
    def __init__(self, color):
        self.color = color

    def opponent(self):
        if self.color == WHITE:
            return PieceColor(BLACK)
        return PieceColor(WHITE)

    def is_black(self):
        return self.color == BLACK

    def is_white(self):
        return self.color == WHITE

    def __eq__(self, other):
        return self.color == other.color


# Инициализация цвета
color = PieceColor(WHITE)
# Проверка цвета
if color.is_black():
    do_something()
# сравнение цветов
color == other_color
# Цвет противника
opponent_color = color.opponent()
```

```
# Пример с отдельным классом для каждого цвета
class Black():
    def __eq__(self, other):
        # истина, если другой операнд оператора ==
        # тоже является экземпляром (англ. instance) класса Black
        return isinstance(other, Black)

    def opponent(self):
        return White()
```

```
    def is_black(self):
        return True

    def is_white(self):
        return False


class White():
    def __eq__(self, other):
        return isinstance(other, White)

    def opponent(self):
        return Black()

    def is_black(self):
        return False

    def is_white(self):
        return True


# Инициализация цвета
color = White()
# Проверка цвета
color.is_black()
# сравнение цветов
color == other_color
# Цвет противника
opponent_color = color.opponent()
```

Видно, что во втором варианте реализации цветов мы не смогли избавиться от констант `WHITE` и `BLACK`. В третьем вместо двух констант получились два класса, а код их использования прост и близок к человеческому языку. Однако все портит излишняя сложность классов `White` и `Black`. Возможно, в какой-то другой программе это было бы оправданно, однако здесь мы точно знаем постановку задачи и не будем «навешивать» на цвета фигур дополнительной функциональности. Поэтому остановимся на самом первом варианте с двумя константами и функцией.

3. Движение фигуры по пустой доске

На картинке желтым цветом показаны обозначения клеток, принятые в шахматах, а черным — индексы, которые будем использовать мы.

Давайте спроектируем шахматную доску и позволим одной фигуре ходить по ней. Пока будем считать, что других фигур нет, и взаимодействия с ними учитывать не будем.

Пока не очень понятно, какие у нас будут классы и методы. Очевидно, что нужно определить класс `Board` для доски и по классу для каждого типа фигуры. Но, как распределить между ними функциональность и кто будет отвечать за ходы и взятия фигур, пока неясно.

Проектирование «сверху вниз» и «снизу вверх»

Здесь можно пойти двумя путями: проектировать и программировать **сверху вниз** или **снизу вверх**.

Проектирование **сверху вниз** идет от общего к частному: от интерфейса (набора методов для взаимодействия с объектами) — к деталям реализации. При движении **снизу вверх** сначала проектируются простые независимые классы и функции, а потом, на их основе, создаются более сложные классы и функции.

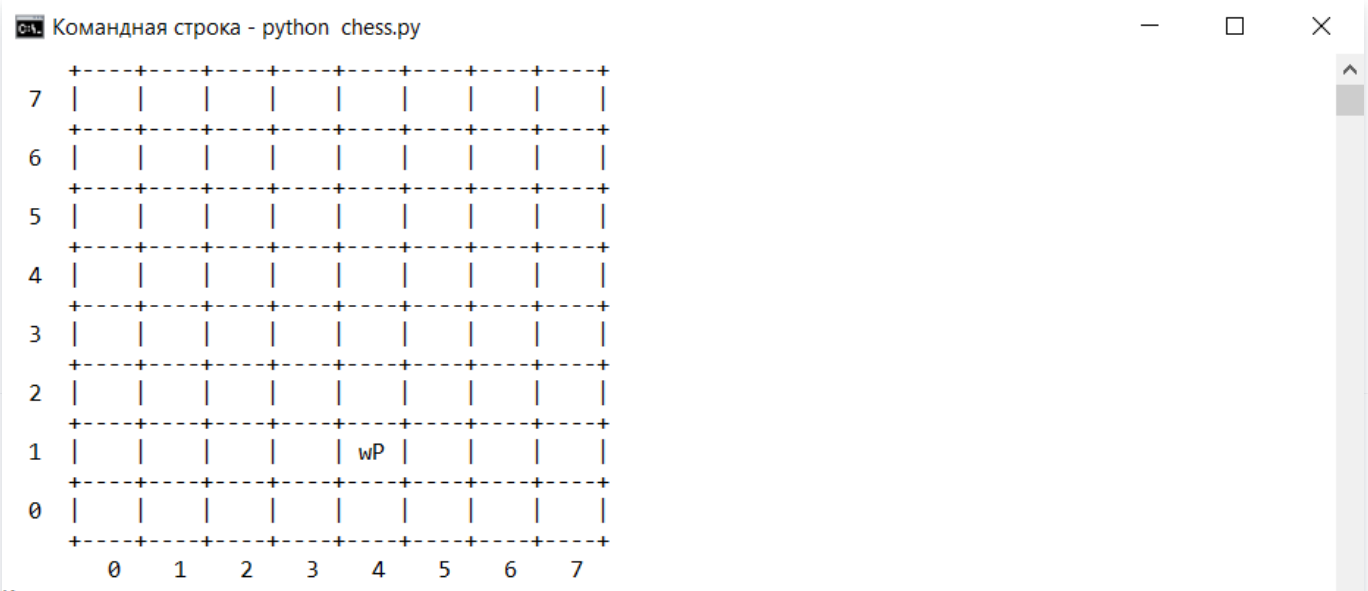
В начале урока мы написали код для цвета фигур, программируя снизу вверх. Однако сейчас мы плохо представляем, какой интерфейс должен быть у доски и фигур. Если мы попробуем реализовать эти классы сразу, есть риск, что при объединении в интерфейс пользователя мы не сумеем совместить их оптимальным образом. Поэтому сначала напишем интерфейс пользователя, чтобы понять, какие интерфейсы нам нужны от доски и фигур:

```
def print_board(board): # Распечатать доску в текстовом виде (см. скриншот)
    print('     +----+----+----+----+----+----+----+----+')
    for row in range(7, -1, -1):
        print(' ', row, end='  ')
        for col in range(8):
```

```
            print('|', board.cell(row, col), end=' ')
        print('|')
        print('     +----+----+----+----+----+----+----+----+')
    print(end='        ')
    for col in range(8):
        print(col, end='    ')
    print()


def main():
    # Создаём шахматную доску
    board = Board()
    # Цикл ввода команд игроков
    while True:
        # Выводим положение фигур на доске
        print_board(board)
        # Подсказка по командам
        print('Команды:')
        print('    exit                                -- выход')
        print('    move <row> <col> <row1> <col1>      -- ход из клетки (row, col)')
        print('                                           в клетку (row1, col1)')
        # Выводим приглашение игроку нужного цвета
        if board.current_player_color() == WHITE:
            print('Ход белых:')
        else:
            print('Ход черных:')
        command = input()
        if command == 'exit':
            break
        move_type, row, col, row1, col1 = command.split()
        row, col, row1, col1 = int(row), int(col), int(row1), int(col1)
        if board.move_piece(row, col, row1, col1):
            print('Ход успешен')
        else:
            print('Координаты некорректы! Попробуйте другой ход!')
```

Пример работы текстового интерфейса:



```
Команды:
    exit                                -- выход
    move <row> <col> <row1> <row1>      -- ход из клетки (row, col)
                                           в клетку (row1, col1)
Ход белых:
move 1 4 3 4
```

Теперь понятно, что от доски нам понадобится достаточно простой интерфейс: инициализация без аргументов; возможность определять цвет фигур текущего игрока; метод `cell`, возвращающий двубуквенное представление фигуры в клетке; и метод `move_piece`, перемещающий фигуру из одной клетки в другую. При этом метод `move_piece` должен возвращать истину, если ход сделан, и ложь, если по каким-то причинам ход невозможен.

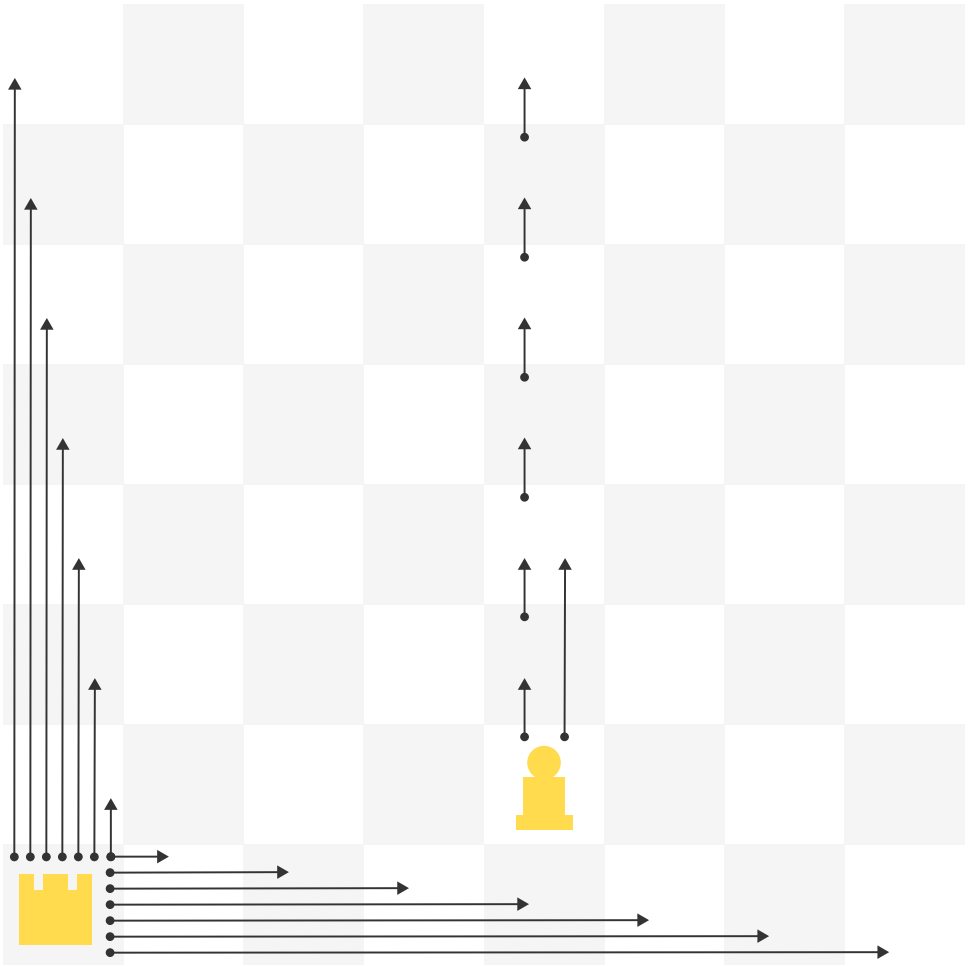


Схема движения ладьи и пешки. Ладья движется по вертикали или горизонтали на любое количество клеток. Пешка — на одну или две клетки вперед из начального положения и на одну клетку не из начального положения.

Давайте реализуем этот класс:

```
def correct_coords(row, col):
    """Функция проверяет, что координаты (row, col) лежат
    внутри доски"""
    return 0 <= row < 8 and 0 <= col < 8


class Board:
    def __init__(self):
```

```
        self.color = WHITE
        self.field = []
        for row in range(8):
            self.field.append([None] * 8)
        # Пешка белого цвета в клетке E2.
        self.field[1][4] = Pawn(1, 4, WHITE)

    def current_player_color(self):
        return self.color

    def cell(self, row, col):
        """Возвращает строку из двух символов. Если в клетке (row, col)
        находится фигура, символы цвета и фигуры. Если клетка пуста,
        то два пробела."""
        piece = self.field[row][col]
        if piece is None:
            return '  '
        color = piece.get_color()
        c = 'w' if color == WHITE else 'b'
        return c + piece.char()

    def move_piece(self, row, col, row1, col1):
        """Переместить фигуру из точки (row, col) в точку (row1, col1).
        Если перемещение возможно, метод выполнит его и вернет True.
        Если нет --- вернет False"""

        if not correct_coords(row, col) or not correct_coords(row1, col1):
            return False
        if row == row1 and col == col1:
            return False  # нельзя пойти в ту же клетку
        piece = self.field[row][col]
        if piece is None:
            return False
        if piece.get_color() != self.color:
            return False
        if not piece.can_move(row1, col1):
            return False
        self.field[row][col] = None  # Снять фигуру.
        self.field[row1][col1] = piece  # Поставить на новое место.
        piece.set_position(row1, col1)
        self.color = opponent(self.color)
        return True
```

В этом фрагменте кода мы определили функцию `correct_coords`, которая нужна для проверки корректности клетки, и класс `Board`, который отвечает за выбор фигуры и ее движение. Понятно и то, что от каждого класса фигур нам понадобится инициализатор с аргументом — цветом фигуры, методы `current_player_color`, `can_move` и `char`. Метод `current_player_color` должен возвращать цвет фигур текущего игрока, `can_move` — определять, может ли фигура данного класса пойти в клетку с заданными координатами, `char` — возвращать букву, обозначающую фигуру. У каждого класса фигуры будет своя реализация `can_move`, поэтому будет задействован полиморфизм.

Давайте для примера напишем реализации классов пешки и ладьи.

Класс «Пешка»

```
class Pawn:

    def __init__(self, row, col, color):
        self.row = row
        self.col = col
        self.color = color

    def set_position(self, row, col):
        self.row = row
        self.col = col

    def char(self):
        return 'P'

    def get_color(self):
        return self.color

    def can_move(self, row, col):
        # Пешка может ходить только по вертикали
        # "взятие на проходе" не реализовано
        if self.col != col:
            return False

        # Пешка может сделать из начального положения ход на 2 клетки
        # вперёд, поэтому поместим индекс начального ряда в start_row.
        if self.color == WHITE:
            direction = 1
            start_row = 1
        else:
            direction = -1
            start_row = 6

        # ход на 1 клетку
        if self.row + direction == row:
            return True

        # ход на 2 клетки из начального положения
        if self.row == start_row and self.row + 2 * direction == row:
            return True

        return False
```

Класс «Ладья»

```
class Rook:

    def __init__(self, row, col, color):
        self.row = row
```

```
        self.col = col
        self.color = color

    def set_position(self, row, col):
        self.row = row
        self.col = col

    def char(self):
        return 'R'

    def get_color(self):
        return self.color

    def can_move(self, row, col):
        # Невозможно сделать ход в клетку, которая не лежит в том же ряду
        # или столбце клеток.
        if self.row != row and self.col != col:
            return False

        return True
```

Вы наверняка обратили внимание, что написанные нами классы для фигур, имеют очень много общего. Это должно навести нас на мысль, что можно эффективно применить механизм наследования. Попробуйте написать этот код самостоятельно.

Справка

Исключительное право на учебную программу и все сопутствующие ей учебные материалы, доступные в рамках сервиса, принадлежат АНО ДПО «Образовательные технологии Яндекса». Воспроизведение, копирование, распространение и иное использование программы и материалов допустимо только с предварительного письменного согласия АНО ДПО «Образовательные технологии Яндекса».
Пользовательское соглашение.

© 2018 – 2024 ООО «Яндекс»