

|  |
| --- |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  **"МИРЭА** - **Российский технологический университет"**  **РТУ МИРЭА** |

**Институт** Информационных Технологий

**Кафедра** Вычислительной Техники

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2**

**«Метод имитации отжига»**

**по дисциплине**

**«Системный анализ данных СППР»**

Студент группы: ИКБО-04-22 Егоров Л.А. *(Ф. И.О.студента)*

Преподаватель \_\_Железняк Л.М.\_\_ *(Ф.И.О. преподавателя)*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

Москва 2024

# СОДЕРЖАНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc177928544)

[1 ОНТОЛОГИЯ 4](#_Toc177928545)

[1.1 Постановка задачи 4](#_Toc177928546)

[1.2 Описание онтологии 4](#_Toc177928547)

[1.3 Построение онтологии в Protégé 5](#_Toc177928548)

[1.4 Выполнение запросов в Protege 8](#_Toc177928549)

[1.5 Результаты выполнения программного кода 9](#_Toc177928550)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 11](#_Toc177928551)

[СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИК 12](#_Toc177928552)

[ПРИЛОЖЕНИЯ 13](#_Toc177928553)

# ВВЕДЕНИЕ

Возникновение онтологий и их стремительное развитие связано с проявлением в нашей реальности следующих новых факторов:

* колоссальный рост объемов информации, предъявляемых для обработки (анализа, использования) специалистам самых различных областей деятельности;
* чрезвычайная зашумленность этих потоков (повторы, противоречивость, разноуровневость, и т.п.);
* острая необходимость в использовании одних и тех же знаний разными специалистами в разных целях;
* всеобщая интернетизация нашей жизни и острая необходимость в структуризации информации для её представления пользователям и более эффективного поиска;
* необходимость сокращения времени на поиск нужной информации и повышения качества информационных услуг в Интернете.

Онтологии – это базы знаний специального типа, которые могут читаться и пониматься, отчуждаться от разработчика и/или физически разделяться их пользователями.

Существует много видов онтологий, однако одним из самых широко применяемых видов являются онтологии предметных областей, содержащие понятия определённой области знаний или входящих в неё областей.

# 1 Метод имитации отжига

## 1.1 Постановка задачи

Выбрать предметную область для задачи коммивояжёра и функцию нескольких переменных для нахождения глобального оптимума; расписать ручной расчёт двух итераций в каждой задаче, а также разработать программный код, реализующий метод имитации отжига. Для нахождения оптимального значения функции нужно использовать метод Коши для отжига.

Условие задачи коммивояжёра: дан полный граф, т.е. из каждой вершины можно пройти в любую другую вершину. В этом графе нужно найти полный путь минимальной длины, т.е. обойти каждую вершину в графе по одному разу.

Нахождение глобального минимума функции от многих переменных состоит в поиске точки в многомерном пространстве, где значение функции будет минимальным. Сложность этой задачи состоит в том, что функция может содержать множество локальных минимумов, где производная функция равна нулю, но значение функции не является минимальным.

Выбранная предметная область для задачи коммивояжёра: обойти все магазинов, пройдя минимально возможное расстояние.

Выбранная функция для оптимизации: функция Растригина (1). Она примечательна тем, что имеет большое количество локальных минимумов. Глобальный минимум функции достигается в точке (0;0) и равен 0, при этом, в остальных локальных минимумах значение функции больше нуля. Функция рассматривается на области .

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

## 1.2 Задача коммивояжёра

### 1.2.1 Математическая модель

Рядом с домом человека находится n магазинов. Каждый день ему нужно обходить каждый из них, но это нельзя сделать за один заход, поскольку все пакеты нести одновременно тяжело. Поэтому человеку нужно относить пакеты домой, если их стало тяжело нести. В поставленных условиях нужно определить минимальный путь, позволяющий обойти все магазины.

Для ручного расчёта число магазинов в задаче взято равным 6. Для каждого магазина случайным образом сгенерированы координаты в двумерном пространстве (диапазон координат от -10 до 10), а также массы пакетов, которые там закупаются (диапазон масс от 1 до 5). Эти данные представлены заданы в Таблице 1.2.1.

Таблица 1.2.1 – Характеристики магазинов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер магазина | Координата по x | Координата по y | Масса (кг) |
| 1 | 6 | 0 | 2 |
| 2 | -9 | -5 | 1 |
| 3 | -4 | -7 | 1 |
| 4 | 6 | 9 | 2 |
| 5 | 0 | 5 | 1 |
| 6 | 3 | -4 | 3 |

У дома нулевые координаты, а также при его посещении человек оставляет все свои пакеты.

Человек не может нести с собой пакеты с суммарной массой больше 4 кг, поэтому при наборе этой массы он обязательно зайдёт домой. Но также человеку не запрещено посещать дом после любого магазина.

Между всеми магазинами и домом есть путь, поэтому данную задачу можно перенести на полный граф с семью вершинами (Рисунок 1.2.1).

Для расчёта расстояний между вершинами в графе использовалось Евклидово расстояние для точек в двумерном пространстве (2).

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |

Ниже приведены расчёты длины каждого ребра в графе, т.е. рассчитаны длины путей между каждой парой вершин.

Рассчитанные длины рёбер сведены в Таблицу 1.2.2 с указанием вершин, составляющих ребро.

Таблица 1.2.2 – Длины рёбер в графе

|  |  |
| --- | --- |
| Ребро | Длина ребра |
| 0 - 1 | 6.0 |
| 0 - 2 | 10.3 |
| 0 - 3 | 8.06 |
| 0 - 4 | 10.82 |
| 0 - 5 | 5.0 |
| 0 - 6 | 5.0 |
| 1 - 2 | 15.81 |
| 1 - 3 | 12.21 |
| 1 - 4 | 9.0 |
| 1 - 5 | 7.81 |
| 1 - 6 | 5.0 |
| 2 - 3 | 5.39 |
| 2 - 4 | 20.52 |
| 2 - 5 | 13.45 |
| 2 - 6 | 12.04 |
| 3 - 4 | 18.87 |
| 3 - 5 | 12.65 |
| 3 - 6 | 7.62 |
| 4 - 5 | 7.21 |
| 4 - 6 | 13.34 |
| 5 - 6 | 9.49 |

### 1.2.2 Ручной расчёт

Сначала нужно составить путь случайным образом (Листинг 1.2.1):

Листинг 1.2.1 – Первоначальный путь

0 (0) -> 4 (2) -> 0 (0) -> 5 (1) -> 3 (2) -> 2 (3) -> 0 (0) -> 6 (3) -> 0 (0) -> 1 (2) -> 0 (0)

Перед скобками стоит номер посещённого магазина или 0, если это дом, а в скобках стоит суммарная масса пакетов после посещения магазина.

Длина полученного пути: S0 = 10.82 + 10.82 + 5.0 + 12.65 + 5.39 + 10.3 + 5.0 + 5.0 + 6.0 + 6.0 = 76.96 (м)

Построенный путь представлен на Рисунке 1.2.1. Каждая вершина подписана своим номером из Таблицы 1.2.1

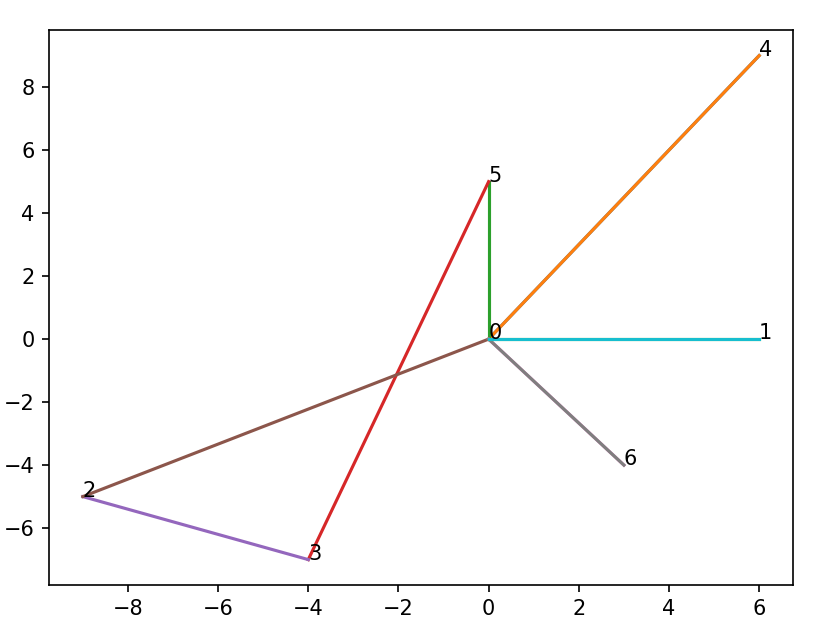


Рисунок 1.2.1 – Изначальный путь

За изначальную температуру взята T0 = 100.

Для первой итерации вместо четвёртого магазина поставлен пятый магазин, и после этого перестроен путь (Листинг 1.2.2).

Листинг 1.2.2 – Текущий путь на первой итерации

0 (0) -> 5 (1) -> 1 (3) -> 2 (4) -> 0 (0) -> 3 (1) -> 0 (0) -> 4 (2) -> 0 (0) -> 6 (3) -> 0 (0)

После этого проводится расчёт длины текущего пути: S1 = 5.0 + 7.81 + 15.81 + 10.3 + 8.06 + 8.06 + 10.82 + 10.82 + 5.0 + 5.0 = 86.68 (м).

Длина текущего пути оказалась больше длины лучшего пути, поэтому проводится расчёт вероятности перехода к текущему решению (3).

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3) |

Вероятность, выданная псевдослучайным генератором чисел от 0 до 1, равна 0.363, что меньше 0.378. Поэтому текущее решение принимается как лучшее.

На Рисунке 1.2.2 представлен график лучшего пути после первой итерации.

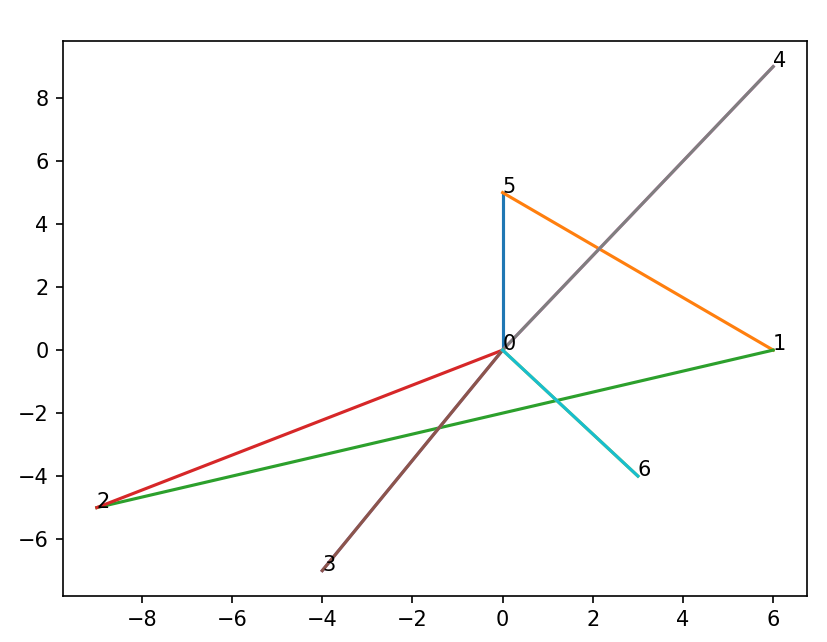


Рисунок 1.2.2 – Лучший путь после первой итерации

В конце первой итерации температура уменьшается в два раза по сравнению с изначальной: T1 = T0 / 2 = 100 / 2 = 50

Для второй итерации на место третьего магазина поставлен шестой, после чего перестроен путь (Листинг 1.2.3).

Листинг 1.2.3 – Текущий путь на второй итерации

0 (0) -> 5 (1) -> 1 (3) -> 2 (4) -> 0 (0) -> 6 (3) -> 3 (4) -> 0 (0) -> 4 (2) -> 0 (0)

Длина получившегося пути равна S2 = 5.0 + 7.81 + 15.81 + 10.3 + 5.0 + 7.62 + 8.06 + 10.82 + 10.82 = 81.23 (м).

Длина получившегося пути меньше длины лучшего пути, поэтому текущее решение сразу принимается.

На Рисунке 1.2.3 представлен график лучшего пути после второй итерации.

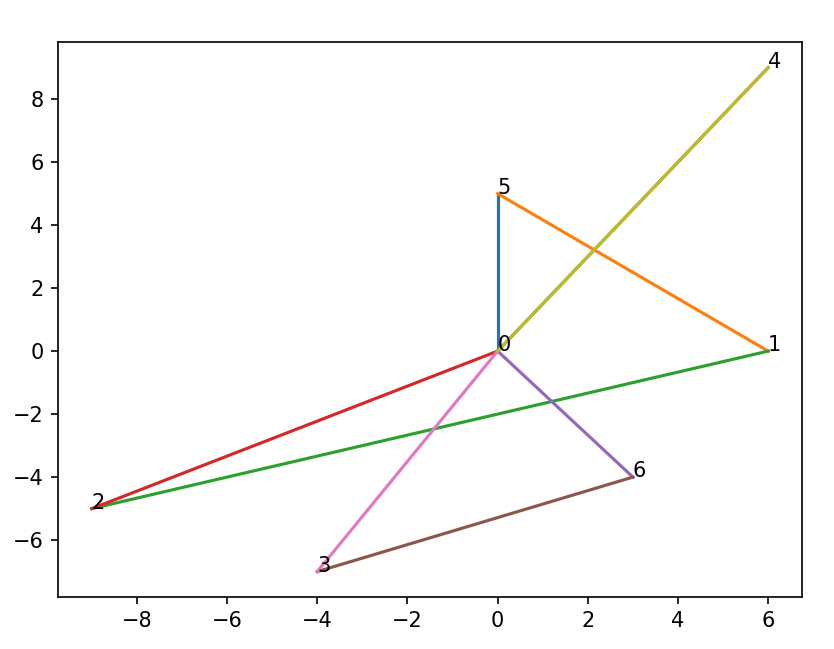


Рисунок 1.2.3 – Лучший путь после второй итерации

В конце второй итерации температура уменьшается в два раза по сравнению с температурой на текущей итерации: T2 = T1 / 2 = 50 / 2 = 25.

## 1.3 Поиск глобального минимума

Выбранная функция: функция Растригина от двух переменных. Её формула представлена формулой (1).

Координаты начальной точки сгенерированы случайным образом и равны (2.75, 3.17). Значение функции в этой точке равно 32.53.

На первой итерации температура равна T0 = 100.

Текущее решение на каждой итерации генерируется с использованием распределения Коши (4), где D = 2, т.к. задача рассматривается в двумерном пространстве.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4) |

Текущее решение на первой итерации: (4.7, 5). Значение функции в этой точке равно 60.18.

Поскольку текущее решение оказалось хуже лучшего, то проводится расчёт вероятности перехода к этому решению (5).

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5) |

Вероятность, выданная псевдослучайным генератором чисел от 0 до 1, равна 0.923, что больше 0.758. Поэтому текущее решение отбрасывается. Лучшее решение после первой итерации: (2.75, 3.17), значение функции: 32.53.

Текущее решение на второй итерации: (1.23, 1.35). Значение функции в этой точке равно 27.96.

Текущее решение оказалось оптимальнее лучшего, поэтому оно автоматически принимается. Лучшее решение после второй итерации: (1.23, 1.35), значение функции: 27.96.

## 1.4 Программная реализация

Для реализации расчётов метода имитации отжига написан программный код на языке Python.

На Рисунке 1.4.1 представлен

# Заключение

В ходе выполнения данной практической работы изучены теоретические основы системного анализа и использования онтологий в широком ряде задач, получены навыки построения онтологий и работы с ними, включая создание классов для описания выбранной предметной области, создание слотов в классах и создание экземпляров. С помощью инструменты работы с онтологиями Protégé выполнены запросы на получение объектов по различным запросам.

В качестве закрепления полученных знаний написана программа на языке Python, способная работать с онтологией выбранной предметной области. В её функционал входит возможность писать запросы на получение экземпляров и связанных объектов.

# Список информационных источников

1. Сорокин А.Б. Введение в роевой интеллект: теория, расчеты и приложения [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие — М.: Московский технологический университет (МИРЭА), 2019.
2. Лапшин В. А. Онтологии в компьютерных системах. — М.: Научный мир, 2010.
3. Карпенко А. П. Современные алгоритмы поисковой оптимизации. Алгоритмы, вдохновленные природой: учебное пособие / А. П. Карпенко. – Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – 448 c.
4. Noy, Natalya F.; [McGuinness, Deborah L.](https://en.wikipedia.org/wiki/Deborah_McGuinness) (March 2001). ["Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology"](https://web.archive.org/web/20100714172301/http:/www-ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology-tutorial-noy-mcguinness-abstract.html). Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05, Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880.
5. Добров Б. В., Иванов В.В., Лукашевич Н.В., Соловьев В.Д. [Онтологии и тезаурусы: модели, инструменты, приложения](http://www.intuit.ru/department/expert/ontoth/). — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. — 173 с.

# приложения

Приложение А — Код реализации онтологии на языке Python

### Приложение А

Код реализации онтологии на языке Python

Листинг А.1 – Реализация онтологии

from typing import Any

import random

import re

class OntologyObject:

    shown\_field = 'name'

    def \_\_str\_\_(self) -> str:

        return getattr(self, self.shown\_field)

class Performer(OntologyObject):

    instances = []

    def \_\_init\_\_(self, name: str, country: str) -> None:

        self.name = name

        self.country = country

        Performer.instances.append(self)

class MusicRecord(OntologyObject):

    instances = []

    def \_\_init\_\_(self, name: str):

        self.name = name

        MusicRecord.instances.append(self)

class Group(Performer):

    instances = []

    def \_\_init\_\_(self, name: str, country: str):

        super().\_\_init\_\_(name, country)

        Group.instances.append(self)

class Musician(Performer):

    instances = []

    def \_\_init\_\_(self, name: str, country: str, in\_group: Group):

        super().\_\_init\_\_(name, country)

        self.in\_group = in\_group

        Musician.instances.append(self)

class Album(MusicRecord):

    instances = []

    def \_\_init\_\_(self, name: str, release\_year: int, performed\_by: Performer):

        super().\_\_init\_\_(name)

        self.release\_year = release\_year

        self.performed\_by = performed\_by

        Album.instances.append(self)

class Song(MusicRecord):

    instances = []

    def \_\_init\_\_(self, name: str, in\_album: Album):

        super().\_\_init\_\_(name)

        self.in\_album = in\_album

Продолжение Листинга А.1

        Song.instances.append(self)

def find\_related\_objects\_by\_value(cls: OntologyObject.\_\_class\_\_,

                                  lookup\_field: str, value: Any):

    instances = cls.instances

    result = []

    for instance in instances:

        if isinstance(getattr(instance, lookup\_field), OntologyObject):

            if not isinstance(value, OntologyObject):

                value = find\_object\_by\_name(

                    getattr(instance, lookup\_field).\_\_class\_\_, value)

                if value is None:

                    return None

        if getattr(instance, lookup\_field) == value:

            result.append((instance, type(instance).\_\_name\_\_))

    return result

def get\_class(class\_name: str):

    classes = {

        'musician': Musician,

        'group': Group,

        'album': Album,

        'song': Song

    }

    class\_name = class\_name.lower().strip()

    if class\_name in classes:

        return classes[class\_name]

    else:

        return None

def find\_object\_by\_name(cls: OntologyObject.\_\_class\_\_, name: str):

    instances = cls.instances

    for instance in instances:

        if instance.name == name:

            return instance

    return None

def get\_random\_class\_instance(cls: OntologyObject.\_\_class\_\_):

    instances = cls.instances

    return random.choice(instances)

def get\_related\_class(obj: OntologyObject):

    classes = [Album, Song, Musician, Group]

    class\_types = set()

    for cls in classes:

        cls\_instances = cls.instances

        for instance in cls\_instances:

            fields = [

                key for key in instance.\_\_dict\_\_.keys()

                if not re.match(r"\_\_\w\*\_\_", key)

            ]

            for field in fields:

                field\_value = getattr(instance, field)

                if field\_value == obj:

                    class\_types.add((cls, field))

    return list(class\_types)

def main():

    groups = [Group('Queen', 'Great Britain'), Group('Metallica', 'USA')]

Продолжение Листинга А.1

    musicians = [

        Musician('Freddie Mercury', 'Zanzibar', groups[0]),

        Musician('John Deacon', 'UK', groups[0]),

        Musician('Brian May', 'UK', groups[0]),

        Musician('Roger Taylor', 'UK', groups[0]),

        Musician('James Hetfield', 'USA', groups[1]),

        Musician('Kirk Hammett', 'USA', groups[1]),

        Musician('Lars Ulrich', 'USA', groups[1]),

        Musician('Robert Trujilio', 'USA', groups[1])

    ]

    albums = [

        Album('Mr.Bad Guy', 1985, musicians[0]),

        Album('A Night At The Opera', 1975, groups[1]),

        Album('Innuendo', 1991, groups[0]),

        Album('Ride The Lightning', 1984, groups[1]),

        Album('Master Of Puppets', 1986, groups[1])

    ]

    songs = [

        Song('Living On My Own', albums[0]),

        Song('Bohemiarn Rhapsody', albums[1]),

        Song('Love Of My Life', albums[1]),

        Song('Innuendo', albums[2]),

        Song('Ride The Lightning', albums[3]),

        Song('For Wthom The Bell Tolls', albums[3]),

        Song('Master Of Puppets', albums[4]),

        Song('Battery', albums[4])

    ]

    while True:

        while True:

            class\_name = input('Введите класс получаемых объектов: ')

            cls: OntologyObject.\_\_class\_\_ | None = get\_class(class\_name)

            if cls is None:

                print('Такого класса не существует\n\n')

            else:

                break

        while True:

            instance = get\_random\_class\_instance(cls)

            available\_fields = [

                key for key in instance.\_\_dict\_\_.keys()

                if not re.match(r"\_\_\w\*\_\_", key)

            ]

            field = input(

                f'Введите требуемое поле ( {", ".join(available\_fields)} ): ')

            try:

                getattr(instance, field)

                break

            except Exception:

                print('Такого поля в классе не существует\n\n')

        value = input('Введите значение поля: ')

        res = find\_related\_objects\_by\_value(cls, field, value)

        while True:

            flag = False

            if res is None or len(res) == 0:

                print('Объекты по введённому запросу не найдены')

                while True:

                    \_type = input(

Окончание Листинга А.1

                        '1 - повторить ввод запроса\nq - завершить выполнение программы\n'

                    )

                    if \_type == 1:

                        break

                    elif \_type == 'q':

                        exit(0)

            else:

                str\_objects = [

                    "\033[32m" + str(obj) + "\033[0m (\033[33m" +

                    str(obj\_type) + "\033[0m)" for obj, obj\_type in res

                ]

                print(f'Полученные объекты: {", ".join(str\_objects)}')

                while True:

                    \_type = input('1 - повторить ввод запроса\n'

                                  '2 - посмотреть связанные объекты\n'

                                  'q - завершить выполнение программы\n')

                    if \_type == '1':

                        flag = False

                        break

                    elif \_type == '2':

                        flag = True

                        break

                    elif \_type == 'q':

                        exit(0)

                if flag:

                    if len(res) == 1:

                        obj\_number = 1

                    else:

                        while True:

                            obj\_number = int(

                                input(

                                    f'Выберите номер нужного объекта (1-{len(res)}): '

                                ))

                            if obj\_number not in range(1, len(res) + 1):

                                print('Введён неправильный номер')

                            else:

                                break

                    instance = res[obj\_number - 1][0]

                    related\_classes = get\_related\_class(instance)

                    res = []

                    for rel\_class, field\_name in related\_classes:

                        res.extend(

                            find\_related\_objects\_by\_value(

                                rel\_class, field\_name, instance))

                else:

                    break

            if not flag:

                break

main()