ТО – технологическая операция.

ТЗ – техническое задание (на выполнение ТО).

*Прецедент* включает в себя:

(1) описание ситуации;

(2) решение, которое было принято в этой ситуации;

(3) результат применения решения.

В нашей задаче прецедент представляет собой *часть* протокола ТО, куда не входят: общие сведения о ТО (название ТО, номер протокола, а также срок, цель и место выполнения ТО), комментарии (примечания) технолога, условия окружающей среды при выполнении ТО.

Формой представления протокола ТО является орграф. Описанием ситуации является ТЗ на выполнение ТО. ТЗ представляется подграфом в орграфе ТО.

Блоки работ

**1**. Разработка Java-класса *Interval* для работы с вещественными интервалами (интервал представляется двумя вещественными числами – *min* и *max* или *left* и *right* – поля класса).

Должен содержать следующие *методы*:

- Корректное создание интервала на основе двух вещественных чисел (конструктор).

- Проверка пересечения двух интервалов.

- Проверка включения одного интервала в другой.

- Проверка совпадения двух интервалов.

- Проверка принадлежности числа интервалу.

- Выяснение длины интервала.

- Получение нижней и верхней границ интервала.

*Примечание.*

Данный класс должен быть реализован как внутренний класс класса агента.

Этот блок работ является вспомогательным для следующего блока работ.

**2**. Формирование таблицы значений *локальных* мер близости/подобия элементов технических заданий на выполнение технологических операций – для нового ТЗ и множества технических заданий ТО из базы прецедентов (ресурса «*Архив протоколов технологических операций лазерной обработки*»).

*Примечание.*

ТЗ представлено набором своих элементов: (<Элемент ТЗ1>, <Элемент ТЗ2>, …, <Элемент ТЗn>). Соответственно, каждый <Элемент ТЗi> (*i* = 1, …, *n*) представляет собой подграф в орграфе ТЗ.

Именами столбцов в таблице являются названия элементов ТЗ:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| <Элемент ТЗ1> | … | <Элемент ТЗn> |
|  |  |  |
|  |  |  |

<Элемент ТЗi> – это один из следующих элементов:

- Объект\_обработки.Материал

- Объект\_обработки.Масса

- Объект\_обработки.Геометрические\_характеристики

- Материал\_для\_выполнения\_ТО

- Технологический\_газ

- Требования\_к\_результату\_операции.Геометрические\_характеристики

- Требования\_к\_результату\_операции.Дефекты\_наплавленного\_материала

- Требования\_к\_результату\_операции.Элементный\_состав

Таким образом, на данном этапе полагаем *n* = 8.

Вход

- ТЗnew – ссылка на начальную вершину орграфа, представляющего собой описание нового ТЗ (новой ситуации).

- Ссылка на вершину орграфа ресурса *Архив протоколов технологических операций лазерной обработки*, под которой находятся протоколы ТО, среди ТЗ которых нужно искать похожие на ТЗnew, т.е., под этой вершиной протоколы хранятся как список (ТОcase\_1…, ТОcase\_m), элементы которого нужно последовательно перебрать.

Описание

Для каждого элемента в списке протоколов технологических операций – ТОcase\_1…, ТОcase\_m – ресурса *Архив протоколов технологических операций лазерной обработки* выполнять следующие шаги.

2.1 Из начальной вершины орграфа, представляющего описание протокола ТОcase\_k (*k* = 1, …, *m*), перейти к вершине, являющейся начальной вершиной подграфа орграфа протокола, описывающего ТЗ в этом протоколе – ТЗcase\_k.

2.2 Обход (одновременно/параллельно) двух орграфов, начиная с вершин ТЗnew и ТЗcase\_k. В процессе обхода:

2.2.1 Для соответствующих пар элементов ТЗ – <Элемент ТЗnew i> и <Элемент ТЗcase\_k i> вычисляется числовое значение – мера их близости/подобия – *Sim*(<Элемент ТЗnew i>, <Элемент ТЗcase\_k i>) (*i* = 1, …, *n*).

*Примечание.*

Правила вычисления *локальных* мер близости/подобия для соответствующих элементов ТЗ описаны в файле «Меры сходства на прецедентах.docx».

*Sim*(<Элемент ТЗnew i>, <Элемент ТЗcase\_k i>) возвращает одно из следующих трех числовых значений: 0 (**зеленая пара**) или 5 (**оранжевая пара**) или 10 (**красная пара**).

Про пропуски:

- Элемент ТЗ есть в ТЗcase\_k, но этого элемента нет в ТЗnew – считаем подобными, в новом выставляем значение из базы (при сравнении), т.е. *Sim*(*null*, <Элемент ТЗcase\_k i>) = 0;

- Элемента ТЗ нет в ТЗcase\_k, но он есть в ТЗnew – считаем по отсутствующим полное различие (при сравнении), т.е. *Sim*(<Элемент ТЗnew i>, *null*) = 10.

2.2.2 Поместить вычисленное значение *Sim*(<Элемент ТЗnew i>, <Элемент ТЗcase\_k i>) в *i*-ый столбец *k*-ой строки формируемой Таблицы (т.е., в ячейку с координатами [*k*, *i*]).

Выход

В результате должна быть сформирована таблица в JSON-формате, каждая строка которой имеет следующий вид (количество строк – *m*):

[

{"Объект\_обработки.Материал" : 0 | 5 | 10, // т.е. здесь *одно* из этих чисел

"Объект\_обработки.Масса" : 0 | 5 | 10,

"Объект\_обработки.Геометрические\_характеристики" : 0 | 5 | 10,

"Материал\_для\_выполнения\_ТО" : 0 | 5 | 10,

"Технологический\_газ" : 0 | 5 | 10,

"Требования\_к\_результату\_операции.Геометрические\_характеристики" : 0 | 5 | 10,

"Требования\_к\_результату\_операции.Дефекты\_наплавленного\_материала" : 0 | 5 | 10,

"Требования\_к\_результату\_операции.Элементный\_состав" : 0 | 5 | 10},

{...},

…

]

*Примечание.*

Для обхода и получения меток вершин графов используется API разработчика программных единиц платформы, в частости, API подсистемы доступа к информационным ресурсам фонда/хранилища (storage). См. *https://iacpaas.dvo.ru/develop* – раздел 1.

**3**. Реализация алгоритма k ближайших соседей (k-NN).

Расчет *общей* меры близости/подобия для ТЗnew и каждого ТЗcase\_k (*k* = 1, …, *m*) – *d*(ТЗnew, ТЗcase\_k).

*Примечание.*

Использовать для расчета *общей* меры близости/подобия формулы (1) и (2):

*d*(ТЗnew, ТЗcase\_k) = (1)

*d*(ТЗnew, ТЗcase\_k) = (2)

Здесь (адаптируя данные формулы к решаемой задаче):

*n* – количество элементов ТЗ (на данном этапе полагаем *n* = 8),

*ai* – <Элемент ТЗnew i>,

*bi* – <Элемент ТЗcase\_k i>.

Соответственно,

*ai – bi* = *Sim*(<Элемент ТЗnew i>, <Элемент ТЗcase\_k i>) = 0 | 5 | 10, // т.е. разность представляет собой *одно* из этих чисел – значение берется из ячейки с координатами [*k*, *i*].

Вход

Сформированная на предыдущем этапе таблица значений *локальных* мер близости/подобия элементов технических заданий ТЗnew и каждого ТЗcase\_k (*k* = 1, …, *m*) – *Table[m, n]* (*m* – число строк, *n* – число столбцов).

Описание

3.1 Для каждой строки *Table [m, n]*:

3.1.1 Применить формулу (1) для расчета *d1*(ТЗnew, ТЗcase\_k), положив в ней *n* = 8 и *ai – bi* = *Table [k, i]*.

3.1.2 Применить формулу (2) для расчета *d2*(ТЗnew, ТЗcase\_k), также положив в ней *n* = 8 и *ai – bi* = *Table [k, i]*.

3.1.3 Получить для *d1* и *d2* процент похожести: %похожести = *d*(ТЗnew, ТЗcase\_k) \* 100 и сохранить данную информацию, расширив, например, соответствующими столбцами таблицу *Table*.

3.2 Сформировать две отдельных таблицы *Table1* и *Table2* – для *d1* и *d2* соответственно, строки в которых отсортированы по убыванию значения процента похожести.

Выход

Таблицы *Table1* и *Table2*.

4. Визуализация результата.

Визуализируются первые пять протоколов ТО, технические задания которых преодолели заданный порог похожести (60%). Значение процента похожести отображается правее названия протокола ТО. Элементы ТЗ – <Элемент ТЗcase\_k i> (*i* = 1, …, *n*) окрашиваются в соответствующий цвет, ниже демонстрируется его содержимое.

