САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Олимпиада школьников СПбГУ по математическому моделированию и искусственному интеллекту

Примеры заданий заключительного этапа 2022/2023 учебный год

9-11 классы

Задача 1: Криптарифмы (20 баллов)

Автор задачи: Александр Кривошеин
Автор разбора: Александр Кривошеин

Формулировка (Вариант 1)

Криптарифмом называют математическую головоломку, которая представляет собой арифметическое тождество, где каждая цифра заменена буквой (одинаковые цифры заменяются одинаковыми буквами, разные цифры заменяются разными буквами).

Пример:
АХА+ОХО = СМЕХ

Решением криптарифма является такая подстановка цифр вместо букв, при которой получается верное равенство. При этом запрещается, чтобы первые буквы слов соответствовали нулям.

Например, решение криптарифма выше: А = 2, О = 7, Х = 9, С = 1, М = 0, Е = 8 или 292 + 797 = 1089.
Подстановка вида А = 1, О = 5, Х = 6, С = 0, М = 7, Е = 2 или 161 + 565 = 0726 решением не является.

Криптарифм называют правильным, если он имеет только одно решение.
Пример выше не является правильным, так как существуют другие решения, например, 494+ 595 = 1089.

Ниже представлено 40 криптарифмов. Также, для удобства, они представлены в файле “Var1.xls”

ЛОКОН+ЛОКОН=ВОЛОСЫ
ТРИ+ДВА=ПЯТЬ
ЛЮБА+ЛЮБИТ=АРБУЗЫ
АХИНЕЯ+АХИНЕЯ=ЧЕПУХА
ПЛЮС+ПЛЮС=МИНУС
КОРОЛЬ+КОРОНА=МОНАРХ
НОТА+НОТА=ТАКТ
РЮМКА+РЮМКА=АВАРИЯ
ЛАДЬЯ+ЛАДЬЯ=ФЕРЗЬ
ТРЮК+ТРЮК=ЦИРК
МОШКА+МОШКА=КОМАРЫ
БИТ+БАЙТ=СЛОВО
ВОЛК+ЛИСА=ЗВЕРИ
СИНИЦА+СИНИЦА=ПТИЧКИ
МУХА+МУХА=СЛОН
ОГОНЬ+ВОДА=ПОХОД

ГОРОД+ГОРОД=СТРАНА
КРЕМ+КРЕМ=ЖЕЛЕ
РАЙОН+РАЙОН=ГОРОД
ОХОХО+АХАХА=АХАХАХ
ДРАМА+ДРАМА=ТЕАТР
ОДИН+ОДИН=МНОГО
ТРОС+ТРОС=КАНАТ
РЕКА+МОРЕ=ОКЕАН
ЧЕТЫРЕ+ЧЕТЫРЕ=ВОСЕМЬ
СПОРТ+СПОРТ=КРОСС
ГНОМ+ГНОМ=СКАЛА
НИТКА+НИТКА=ТКАНЬ
ХОЛОД+ДОЖДЬ=ОСЕНЬ
КАРТА+КАРТА=АТЛАС
НАТАША+ТОНЯ=СЁСТРЫ
МЕМ+МЕМ=ПОСТ
МАМА+ПАПА=ЧАДО
ШЛИТЕ+ШЛИТЕ=ДЕНЬГИ
СЕМЬ+ОДИН=ШЕСТЬ
ВАГОН+ВАГОН=СОСТАВ
ПИТЕР+МОСКВА=ГОРОДА
МИНУС+МИНУС=РАВНО
БАЛЕТ+БАЛЕТ=ТЕАТР
ЛЕТО+ЛЕТО=ПОЛЕТ

Файл можно скачать по ссылке
https://disk.yandex.ru/i/S7v3rknK3cRcTw

Решение

Простейшее решение основано на переборе возможных вариантов. Рассмотрим криптарифм:
ЛОКОН+ЛОКОН=ВОЛОСЫ
Сначала можно посчитать число используемых символов N_{sym}. Для выбранного примера оно равно 7, это символы: Л,О,К,Н,В,С,Ы.

Если используемых символов больше 10, то решения криптарифма нет.
Далее, из набора цифр от 0 до 9 формируем все возможные упорядоченные наборы из N_{sym} цифр. Число таких наборов будет равно

$$\frac{10!}{(10-N_{\text{sym}})!}. \quad \text{В нашем примере } \frac{10!}{3!} = 604\,800 \text{ наборов.}$$

Осталось выделить из этих наборов те, которые решают краптирифм. Пусть набор цифр имеет вид $\{d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6, d_7\}$. Тогда надо сделать подстановку

$$\text{Л} = d_1,\ \text{О} = d_2,\ \text{К} = d_3,\ \text{Н} = d_4,\ \text{В} = d_5,\ \text{С} = d_6,\ \text{Ы} = d_7$$

и проверить, решает ли она криптарифм. Если среди всех возможных наборов из 7 цифр нашлось лишь одно решение, то это правильный криптарифм.

Для примера, приведён код в Wolfram Mathematica, реализующий этот алгоритм.
Загрузим данные

```
In[6]:= data = First@Import["D:\\Var1.xls"]
```

```
Out[6]= {{ЛОКОН, ЛОКОН, ВОЛОСЫ}, {ТРИ, ДВА, ПЯТЬ},
 {ЛЮБА, ЛЮБИТ, АРБУЗЫ}, {АХИНЕЯ, АХИНЕЯ, ЧЕПУХА},
 {ПЛЮС, ПЛЮС, МИНУС}, {КОРОЛЬ, КОРОНА, МОНАРХ}, {НОТА, НОТА, ТАКТ},
 {РЮМКА, РЮМКА, АВАРИЯ}, {ЛАДЬЯ, ЛАДЬЯ, ФЕРЗЬ}, {ТРЮК, ТРЮК, ЦИРК},
 {МОШКА, МОШКА, КОМАРЫ}, {БИТ, БАЙТ, СЛОВО}, {ВОЛК, ЛИСА, ЗВЕРИ},
 {СИНИЦА, СИНИЦА, ПТИЧКИ}, {МУХА, МУХА, СЛОН}, {ОГОНЬ, ВОДА, ПОХОД},
 {ГОРОД, ГОРОД, СТРАНА}, {КРЕМ, КРЕМ, ЖЕЛЕ}, {РАЙОН, РАЙОН, ГОРОД},
 {ОХОХО, АХАХА, АХАХАХ}, {ДРАМА, ДРАМА, ТЕАТР},
 {ОДИН, ОДИН, МНОГО}, {ТРОС, ТРОС, КАНАТ}, {РЕКА, МОРЕ, ОКЕАН},
 {ЧЕТЫРЕ, ЧЕТЫРЕ, ВОСЕМЬ}, {СПОРТ, СПОРТ, КРОСС},
 {ГНОМ, ГНОМ, СКАЛА}, {НИТКА, НИТКА, ТКАНЬ}, {ХОЛОД, ДОЖДЬ, ОСЕНЬ},
 {КАРТА, КАРТА, АТЛАС}, {НАТАША, ТОНЯ, СЁСТРЫ}, {МЕМ, МЕМ, ПОСТ},
 {МАМА, ПАПА, ЧАДО}, {ШЛИТЕ, ШЛИТЕ, ДЕНЬГИ}, {СЕМЬ, ОДИН, ШЕСТЬ},
 {ВАГОН, ВАГОН, СОСТАВ}, {ПИТЕР, МОСКВА, ГОРОДА},
 {МИНУС, МИНУС, РАВНО}, {БАЛЕТ, БАЛЕТ, ТЕАТР}, {ЛЕТО, ЛЕТО, ПОЛЕТ}}
```

Найдём число уникальных символов.

```
In[7]:= {w1, w2, w3} = data[[1]];
        Chars = Union[Characters[StringJoin[w1, w2, w3]]];
        NumOfChars = Length[Chars]
```

```
Out[9]= 7
```

Сформируем набор перестановок

```
In[10]:= AllPerms = Permutations[{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9}, {NumOfChars}];
```

Формируем правила подстановки

```
In[11]:= Permutation = AllPerms[[1]];
         rule = Rule @@@ Transpose[{Chars, Permutation}]
```

```
Out[12]= {В → 0, К → 1, Л → 2, Н → 3, О → 4, С → 5, Ы → 6}
```

Надо сразу отметить, что не все подстановки нам подходят, а именно, те подстановки, при которых первые буквы слов равны нулю, нам не подойдут. Сформируем правила, когда возникают эти проблемные перестановки.

```
In[13]:= firstChars =
           Union[{First[Characters[w1]], First[Characters[w2]], First[Characters[w3]]}];
         badRules = Rule @@@ Transpose[{firstChars, Table[0, Length[firstChars]]}]
```

```
Out[14]= {В → 0, Л → 0}
```

Создадим метод, проверяющий одно сформированное правило.

```
In[15]:= CheckRule[w1_, w2_, w3_, rules_,  badRules_] :=
          If[Length[Intersection[rules, badRules]] == 0,
           FromDigits[Characters[w1] /. rules] + FromDigits[Characters[w2] /. rules] ==
            FromDigits[Characters[w3] /. rules], False]
         CheckRule[w1, w2, w3, rule, badRules]

Out[16]= False
```

Осталось сформировать список со значениями True или False для одного криптарифма. И подсчитать количество значений True

```
In[17]:=
         CheckCrypto[w1_, w2_, w3_, Chars_, AllPerms_,  badRules_] :=
          Table[CheckRule[w1, w2, w3, Rule @@@ Transpose[{Chars, AllPerms[[k]]}], badRules],
           {k, 1, Length[AllPerms]}]

In[•]:= Count[CheckCrypto[w1, w2, w3, Chars, AllPerms, badRules], True]

Out[•]= 0
```

Объединим шаги выше в единый цикл по всем криптарифмам. На каждой итерации цикла будет проверяться один криптарифм, если он правильный, то мы это отметим, выставив 1 на соответствующем месте в массиве из нулей isCorrect.

```
isCorrect = Table[0, Length[data]];
For[i = 1, i <= Length[data], i++,
     {w1, w2, w3} = data[[i]];
     Chars = Union[Characters[StringJoin[w1, w2, w3]]];
     NumOfChars = Length[Chars];
     If[NumOfChars > 10, Continue[];];
     AllPerms = Permutations[{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9}, {NumOfChars}];
 firstChars =
  Union[{First[Characters[w1]], First[Characters[w2]], First[Characters[w3]]}];
     badRules = Rule @@@ Transpose[{firstChars, Table[0, Length[firstChars]]}];
     If[Count[CheckCrypto[w1, w2, w3, Chars, AllPerms, badRules], True] == 1,
  isCorrect[[i]] = 1];
]

isCorrect
Total@isCorrect
```

```
{0, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0,
 1, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 1, 1}

16
```

Таким образом, итоговый ответ: в наборе 16 правильных криптарифмов.

Формулировка (Вариант 2)

Криптарифмом называют математическую головоломку, которая представляет собой арифметическое тождество, где каждая цифра заменена буквой (одинаковые цифры заменяются одинаковыми буквами, разные цифры заменяются разными буквами).

Пример:
АХА+ОХО = СМЕХ

Решением криптарифма является такая подстановка цифр вместо букв, при которой получается верное равенство. При этом запрещается, чтобы первые буквы слов соответствовали нулям.

Например, решение криптарифма выше: А = 2, О = 7, Х = 9, С = 1, М = 0, Е = 8 или 292 + 797 = 1089.
Подстановка вида А = 1, О = 5, Х = 6, С = 0, М = 7, Е = 2 или 161 + 565 = 0726 решением не является.

Криптарифм называют правильным, если он имеет только одно решение.
Пример выше не является правильным, так как существуют другие решения, например, 494+ 595 = 1089.

Ниже представлено 40 криптарифмов. Также, для удобства, они представлены в файле “Var6.xls”

ОТВЕТ+ОЧЕНЬ=ПРОСТ
КАПЛЯ+КАПЛЯ=ДОЖДЬ
ПИТЕР+МОСКВА=ГОРОДА
АХИНЕЯ+АХИНЕЯ=ЧЕПУХА
ГОРА+ОГОНЬ=ВУЛКАН
НОТА+НОТА=ТАКТ
РЕКА+МОРЕ=ОКЕАН
ГНОМ+ГНОМ=СКАЛА
НАТАША+ТОНЯ=СЁСТРЫ
КИРПИЧ+КИРПИЧ=СТЕНКА
УТРО+ВЕЧЕР=СУТКИ
ВОЛК+ЛИСА=ЗВЕРИ
ВЕСНА+ЛЕТО=ТЕПЛО
МАГНИЙ+ТАНТАЛ=МЕТАЛЛЫ
ЛАПА+ШАЛЬ=ШЛЯПА
ЕЛЬ+ЕЛЬ=ЛЕС
ЛАДЬЯ+ЛАДЬЯ=ФЕРЗЬ
РЮМКА+РЮМКА=АВАРИЯ
СИНИЦА+СИНИЦА=ПТИЧКИ
СЕМЬ+ОДИН=ШЕСТЬ
МЕМ+МЕМ=ПОСТ
БАЛЕТ+БАЛЕТ=ТЕАТР
МАМА+ПАПА=ЧАДО
ТРЮК+ТРЮК=ЦИРК
ЧЕТЫРЕ+ЧЕТЫРЕ=ВОСЕМЬ
ВАГОН+ВАГОН=СОСТАВ

НИТКА+НИТКА=ТКАНЬ
ТРИ+ДВА=ПЯТЬ
КУРСК+ГОРСК=ГОРОДА
СПОРТ+СПОРТ=КРОСС
БИТ+БАЙТ=СЛОВО
ПЛЮС+ПЛЮС=МИНУС
ОДИН+ОДИН=МНОГО
ЛЮБА+ЛЮБИТ=АРБУЗЫ
ОХОХО+АХАХА=АХАХАХ
МИНУС+МИНУС=РАВНО
СЛОВО+СЛОВО=ПЕСНЯ
ДЕТАЛЬ+ДЕТАЛЬ=ИЗДЕЛИЕ
УДАР+УДАР=ДРАКА
ТРОС+ТРОС=КАНАТ

Файл можно скачать по ссылке
https://disk.yandex.ru/i/kaAqa2kuY7WsRw

Решение

Применяя описанный выше алгоритм, получим

```
In[•]:= data = First@Import["D:\\Var6.xls"]

Out[•]= {{ОТВЕТ, ОЧЕНЬ, ПРОСТ}, {КАПЛЯ, КАПЛЯ, ДОЖДЬ},
  {ПИТЕР, МОСКВА, ГОРОДА}, {АХИНЕЯ, АХИНЕЯ, ЧЕПУХА},
  {ГОРА, ОГОНЬ, ВУЛКАН}, {НОТА, НОТА, ТАКТ}, {РЕКА, МОРЕ, ОКЕАН},
  {ГНОМ, ГНОМ, СКАЛА}, {НАТАША, ТОНЯ, СЁСТРЫ},
  {КИРПИЧ, КИРПИЧ, СТЕНКА}, {УТРО, ВЕЧЕР, СУТКИ}, {ВОЛК, ЛИСА, ЗВЕРИ},
  {ВЕСНА, ЛЕТО, ТЕПЛО}, {МАГНИЙ, ТАНТАЛ, МЕТАЛЛЫ},
  {ЛАПА, ШАЛЬ, ШЛЯПА}, {ЕЛЬ, ЕЛЬ, ЛЕС}, {ЛАДЬЯ, ЛАДЬЯ, ФЕРЗЬ},
  {РЮМКА, РЮМКА, АВАРИЯ}, {СИНИЦА, СИНИЦА, ПТИЧКИ},
  {СЕМЬ, ОДИН, ШЕСТЬ}, {МЕМ, МЕМ, ПОСТ}, {БАЛЕТ, БАЛЕТ, ТЕАТР},
  {МАМА, ПАПА, ЧАДО}, {ТРЮК, ТРЮК, ЦИРК}, {ЧЕТЫРЕ, ЧЕТЫРЕ, ВОСЕМЬ},
  {ВАГОН, ВАГОН, СОСТАВ}, {НИТКА, НИТКА, ТКАНЬ},
  {ТРИ, ДВА, ПЯТЬ}, {КУРСК, ГОРСК, ГОРОДА}, {СПОРТ, СПОРТ, КРОСС},
  {БИТ, БАЙТ, СЛОВО}, {ПЛЮС, ПЛЮС, МИНУС}, {ОДИН, ОДИН, МНОГО},
  {ЛЮБА, ЛЮБИТ, АРБУЗЫ}, {ОХОХО, АХАХА, АХАХАХ},
  {МИНУС, МИНУС, РАВНО}, {СЛОВО, СЛОВО, ПЕСНЯ},
  {ДЕТАЛЬ, ДЕТАЛЬ, ИЗДЕЛИЕ}, {УДАР, УДАР, ДРАКА}, {ТРОС, ТРОС, КАНАТ}}
```

```
In[•]:= isCorrect = Table[0, Length[data]];
        For[i = 1, i <= Length[data], i++,
             {w1, w2, w3} = data[[i]];
             Chars = Union[Characters[StringJoin[w1, w2, w3]]];
             NumOfChars = Length[Chars];
             If[NumOfChars > 10, Continue[];];
             AllPerms = Permutations[{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9}, {NumOfChars}];
         firstChars =
          Union[{First[Characters[w1]], First[Characters[w2]], First[Characters[w3]]}];
             badRules = Rule @@@ Transpose[{firstChars, Table[0, Length[firstChars]]}];
             If[Count[CheckCrypto[w1, w2, w3, Chars, AllPerms, badRules], True] == 1,
          isCorrect[[i]] = 1];
        ]

In[•]:= isCorrect
        Total@isCorrect

Out[•]= {0, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 1,
         0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 1, 1, 0}

Out[•]= 18
```

Ответ: в наборе 18 правильных криптарифмов.

Формулировка (Вариант 3)

Криптарифмом называют математическую головоломку, которая представляет собой арифметическое тождество, где каждая цифра заменена буквой (одинаковые цифры заменяются одинаковыми буквами, разные цифры заменяются разными буквами).

Пример:
АХА+ОХО = СМЕХ

Решением криптарифма является такая подстановка цифр вместо букв, при которой получается верное равенство. При этом запрещается, чтобы первые буквы слов соответствовали нулям.

Например, решение криптарифма выше: А = 2, О = 7, Х = 9, С = 1, М = 0, Е = 8 или 292 + 797 = 1089.
Подстановка вида А = 1, О = 5, Х = 6, С = 0, М = 7, Е = 2 или 161 + 565 = 0726 решением не является.

Криптарифм называют правильным, если он имеет только одно решение.
Пример выше не является правильным, так как существуют другие решения, например, 494+ 595 = 1089.

Ниже представлено 40 криптарифмов. Также, для удобства, они представлены в файле “Var10.xls”

ЛУКА+ЛУКИЧ=ИВАНОВ
ПЕСОК+ВОДА=ОАЗИС

ПЛЮС+ПЛЮС=МИНУС
ВОЛК+ЛИСА=ЗВЕРИ
СЕМЬ+ОДИН=ШЕСТЬ
ВАГОН+ВАГОН=СОСТАВ
СЛОВО+СЛОВО=ПЕСНЯ
ПАС+ПАС=ГОЛ
КУРСК+ГОРСК=ГОРОДА
КРЕМ+КРЕМ=ЖЕЛЕ
СЕТ+ГЕЙМ=МАТЧ
МАМА+ПАПА=ЧАДО
КОРОЛЬ+КОРОНА=МОНАРХ
НОТА+НОТА=ТАКТ
КАРТА+КАРТА=АТЛАС
ВЕСНА+ЛЕТО=ТЕПЛО
НИТКА+НИТКА=ТКАНЬ
ОХОХО+АХАХА=АХАХАХ
СИНИЦА+СИНИЦА=ПТИЧКИ
ВЕТКА+ВЕТКА=ДЕРЕВО
ЛОКОН+ЛОКОН=ВОЛОСЫ
НАУКА+УЧЁБА=РАБОТА
МОШКА+МОШКА=КОМАРЫ
НАТАША+ТОНЯ=СЁСТРЫ
АЛЬДЕ+БАРАН=ТЕЛЕЦ
ГОРА+ОГОНЬ=ВУЛКАН
КАПЛЯ+КАПЛЯ=ДОЖДЬ
ТРЮК+ТРЮК=ЦИРК
ХОЛОД+ДОЖДЬ=ОСЕНЬ
ЕЛЬ+ЕЛЬ=ЛЕС
ЛЕТО+ЛЕТО=ПОЛЕТ
КОСТИ+КОСТИ=СКЕЛЕТ
КИРПИЧ+КИРПИЧ=СТЕНКА
БОРТ+МАЧТА=ЛОДКА
ТРИ+ДВА=ПЯТЬ
ГОРОД+ГОРОД=СТРАНА
МЕМ+МЕМ=ПОСТ
БИТ+БАЙТ=СЛОВО
МУХА+МУХА=СЛОН
ОТВЕТ+ОЧЕНЬ=ПРОСТ

Файл можно скачать по ссылке
https://disk.yandex.ru/i/Suu-Og4cPzD7sg

Решение

Применяя описанный выше алгоритм, получим

In[18]:=
```
data = First@Import["D:\\Var10.xls"]
```

Out[18]=
```
{{ЛУКА, ЛУКИЧ, ИВАНОВ}, {ПЕСОК, ВОДА, ОАЗИС}, {ПЛЮС, ПЛЮС, МИНУС},
 {ВОЛК, ЛИСА, ЗВЕРИ}, {СЕМЬ, ОДИН, ШЕСТЬ}, {ВАГОН, ВАГОН, СОСТАВ},
 {СЛОВО, СЛОВО, ПЕСНЯ}, {ПАС, ПАС, ГОЛ}, {КУРСК, ГОРСК, ГОРОДА},
 {КРЕМ, КРЕМ, ЖЕЛЕ}, {СЕТ, ГЕЙМ, МАТЧ}, {МАМА, ПАПА, ЧАДО},
 {КОРОЛЬ, КОРОНА, МОНАРХ}, {НОТА, НОТА, ТАКТ}, {КАРТА, КАРТА, АТЛАС},
 {ВЕСНА, ЛЕТО, ТЕПЛО}, {НИТКА, НИТКА, ТКАНЬ}, {ОХОХО, АХАХА, АХАХАХ},
 {СИНИЦА, СИНИЦА, ПТИЧКИ}, {ВЕТКА, ВЕТКА, ДЕРЕВО},
 {ЛОКОН, ЛОКОН, ВОЛОСЫ}, {НАУКА, УЧЁБА, РАБОТА},
 {МОШКА, МОШКА, КОМАРЫ}, {НАТАША, ТОНЯ, СЁСТРЫ},
 {АЛЬДЕ, БАРАН, ТЕЛЕЦ}, {ГОРА, ОГОНЬ, ВУЛКАН},
 {КАПЛЯ, КАПЛЯ, ДОЖДЬ}, {ТРЮК, ТРЮК, ЦИРК}, {ХОЛОД, ДОЖДЬ, ОСЕНЬ},
 {ЕЛЬ, ЕЛЬ, ЛЕС}, {ЛЕТО, ЛЕТО, ПОЛЕТ}, {КОСТИ, КОСТИ, СКЕЛЕТ},
 {КИРПИЧ, КИРПИЧ, СТЕНКА}, {БОРТ, МАЧТА, ЛОДКА},
 {ТРИ, ДВА, ПЯТЬ}, {ГОРОД, ГОРОД, СТРАНА}, {МЕМ, МЕМ, ПОСТ},
 {БИТ, БАЙТ, СЛОВО}, {МУХА, МУХА, СЛОН}, {ОТВЕТ, ОЧЕНЬ, ПРОСТ}}
```

In[19]:=
```
isCorrect = Table[0, Length[data]];
For[i = 1, i <= Length[data], i++,
     {w1, w2, w3} = data[[i]];
     Chars = Union[Characters[StringJoin[w1, w2, w3]]];
     NumOfChars = Length[Chars];
     If[NumOfChars > 10, Continue[];];
     AllPerms = Permutations[{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9}, {NumOfChars}];
 firstChars =
  Union[{First[Characters[w1]], First[Characters[w2]], First[Characters[w3]]}];
     badRules = Rule @@@ Transpose[{firstChars, Table[0, Length[firstChars]]}];
     If[Count[CheckCrypto[w1, w2, w3, Chars, AllPerms, badRules], True] == 1,
  isCorrect[[i]] = 1];
]
```

In[21]:=
```
isCorrect
Total@isCorrect
```

Out[21]=
```
{1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 1, 1,
 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0}
```

Out[22]=
```
14
```

Ответ: в наборе 14 правильных криптарифмов.

Задача 2: Стихотворный размер (40 баллов)

Автор задачи: Александр Кривошеин
Автор разбора: Александр Кривошеин

Формулировка (Вариант 1)

На уроке литературы Петя узнал, что любимым стихотворным размером русских классических поэтов 19-го века был ямб (среди пяти классических стихотворных размеров: хорей, ямб, дактиль, амфибрахий, анапест). Петя любил анализировать данные и подвергал всё сомнению. Он решил проверить, действительно ли это так. Для этого он случайным образом выбрал 800 стихотворений А.А. Фета и решил определить количество стихов, написанных ямбом.

Набор стихов находится в файле “Stihi1.xls”. Также, для удобства, стихи можно скачать архивом “Stihi1.zip”. В архиве каждый стих записан в отдельном текстовом файле.

Задача: помогите Пете найти количество стихотворений, написанных ямбом.

Для решения задачи может понадобиться орфоэпический словарь (словарь ударений)
Файл с таким словарём прикреплён здесь “all_accents.zip”. Словарь является текстовым файлом, в файле в каждой строке записано слово и через запятую его версия с ударением, которое выделено символом ^.
Оригинал словаря в формате .tsv можно найти по ссылке:
https://github.com/Koziev/NLP_Datasets/blob/master/Stress/all_accents.zip

Файл “Stihi1.xls” можно скачать по ссылке:
https://disk.yandex.ru/i/B0E-5OHyYHLOKg
Файл “all_accents.zip” можно скачать по ссылке:
https://disk.yandex.ru/d/0qKARuegQkatWQ

Комментарий

Набор стихотворений был выгружен поэтического корпуса Национального корпуса русского языка:
https://ruscorpora.ru/new/search-poetic.html
Этот корпус содержит базу данных с размеченными стихами, стихотворный размер указан для каждой строчки. Выбирались те стихи, в которых более 90% строк написаны одним из классических стихотворных размеров.

Решение

Рассмотрим одно из стихотворений.

Поднялася пыль степная,
Солнышко взошло,
Всюду сбруя боевая
Блещет как стекло.

Сначала заменим слова стихотворения на слова из словаря с ударениями. Далее, можно удалить все согласные буквы из стихотворения. Каждая строка теперь имеет вид

ояая^ые^ая

^оыоо^о

^юу^уяое^ая

^ее^ае^о

Галочка находится перед ударной буквой, согласно словарю. Сразу можно отметить, что строки могут быть не равны по числу гласных. Кроме того, в словаре может не быть всех слов, например, нет слова “Поднялася”и у соответствующих гласных нет ударения, также в слове из 3-х слогов “Солнышко” указано 1 ударение, но в рамках стиха в этом слове два ударных слога. Поэтому по одной строке определить стихотворный размер автоматически не получится. Полученные строчки мы заменим на бинарную строчку следующим образом: безударная гласная заменяется на 0, ударная на 1

0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0

1, 0, 0, 0, 1

1, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0

1, 0, 1, 0, 1

Чтобы собрать информацию по всем строчкам, просуммируем полученные строки (причём короткие строки можно дополнить нулями до размера самой длинной строки).

3, 0, 2, 0, 3, 0, 2, 0

На тех позициях где часто встречается ударение будет локальный пик, то есть значение, которое больше соседних. Анализируя пики можно получить бинарную строку с расположением позиций, где чаще всего встречаются ударения. То есть пики заменяем на 1, прочие позиции заменяем на нули. В итоге получаем строчку

1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0

Осталось сравнить эту строку с бинарными строками, соответствующими одному из 5 классических стихотворных размеров.

Хорей : 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0

Ямб : 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1

Дактиль : 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0

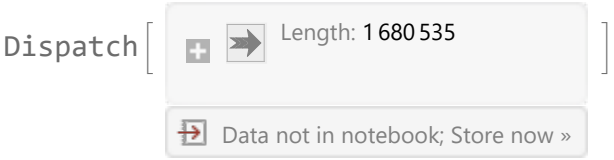
Амфибрахий : 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1

Анапест : 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0

Сравнивать строки можно с помощью расстояния Хэмминга, которое равно числу позиций, в которых соответствующие символы двух строк одинаковой длины различны. В данном случае размер стихотворения в точности совпадает с хореем.

Для примера приведён код в Wolfram Mathematica, реализующий описанный выше алгоритм. Формирование правил замены слов на слова с ударениями.

```
accents = Import["E:\\all_accents.txt"];
accents2 = StringSplit[accents, "
"];
accents3 = StringSplit[#, ","] & /@ accents2;
accRules = Dispatch[Rule @@@ accents3]
```



Генератор строк с 5-ю классическими размерами любого размера:

```
GenerateSize[n_] := Module[{r1, r2, r3, r4, r5},
  r1 = Take[Join @@ Table[{1, 0}, n], n];
  r2 = Take[Join @@ Table[{0, 1}, n], n];
  r3 = Take[Join @@ Table[{1, 0, 0}, n], n];
  r4 = Take[Join @@ Table[{0, 1, 0}, n], n];
  r5 = Take[Join @@ Table[{0, 0, 1}, n], n];
  {r1, r2, r3, r4, r5}
 ]
```

Функция для перевода строки стиха в бинарную строчку.

```
StrokeToNumbers[stroka_] := Module[
  {glas = {"а", "я", "о", "ё", "у", "е", "ю", "и", "ы", "э", "^"},
   glasStr = StringJoin[{"а", "я", "о", "ё", "у", "е", "ю", "и", "ы", "э"}],
   accStroka, onlyGlas},
  accStroka = TextWords[stroka] /. accRules;
  onlyGlas = Cases[Flatten@Characters[accStroka], Alternatives @@ glas] /. {"^" → "Z"};
  ToExpression@
   Characters[StringReplace[StringReplace[StringJoin@onlyGlas,
       RegularExpression["Z[аяоёуеюиыэ]"] -> "1"],
      RegularExpression["[аяоёуеюиыэ]"] -> "0"]]
 ]
```

Функция для определения размера стиха.

```
StihToSize[stih_] := Module[{stihList, finalRes},
  stihList = StringSplit[ToLowerCase[stih], "
"];
  Res = StrokeToNumbers /@ stihList;
  If[Total[Length /@ Res] == 0, {6, {0}},
   finalRes = Total@(PadRight[#, Max[Length /@ Res]] & /@ Res);
   finalRes = MaxDetect[finalRes];
   {First[
     Flatten@Position[HammingDistance[finalRes, #] & /@ GenerateSize[Length[finalRes]],
       Min[HammingDistance[finalRes, #] & /@ GenerateSize[Length[finalRes]]]]],
    finalRes}]
 ]
```

Подгрузка стихов и запуск функции StihToSize[] для каждого стиха и выведение результата.

```
AllStih = Flatten@First@Import["E:\\Stihi1.xls"];
Print["Количество стихов: ", Length@AllStih]
Resuls = StihToSize /@ AllStih;
Tally[Transpose[Resuls][[1]]]
```

```
Количество стихов: 800
```

```
{{1, 159}, {2, 445}, {4, 62}, {3, 67}, {5, 67}}
```

Нас интересует число стихов написанных ямбом. Это второй элемент в полученном списке. Значение, полученное в результате работы алгоритма равно 445.
Истинный верный ответ для данного набора стихов равен 451. Максимальное число баллов за задачу давалось, если полученный ответ был равен истинному с погрешностью в 7 стихов.

Формулировка (Вариант 2)

На уроке литературы Петя узнал, что любимым стихотворным размером русских классических поэтов 19-го века был ямб (среди пяти классических стихотворных размеров: хорей, ямб, дактиль, амфибрахий, анапест). Петя любил анализировать данные и подвергал всё сомнению. Он решил проверить, действительно ли это так. Для этого он случайным образом выбрал 800 стихотворений А.А. Фета и решил определить количество стихов, написанных ямбом.

Набор стихов находится в файле “Stihi2.xls”. Также, для удобства, стихи можно скачать архивом “Stihi2.zip”. В архиве каждый стих записан в отдельном текстовом файле.

Задача: помогите Пете найти количество стихотворений, написанных ямбом.

Для решения задачи может понадобиться орфоэпический словарь (словарь ударений)
Файл с таким словарём прикреплён здесь “all_accents.zip”. Словарь является текстовым файлом, в файле в каждой строке записано слово и через запятую его версия с ударением, которое выделено символом ^.
Оригинал словаря в формате .tsv можно найти по ссылке:
https://github.com/Koziev/NLP_Datasets/blob/master/Stress/all_accents.zip

Файл “Stihi2.xls” можно скачать по ссылке:
https://disk.yandex.ru/i/UhBbtdDLt8t1-A
Файл “all_accents.zip” можно скачать по ссылке:
https://disk.yandex.ru/d/0qKARuegQkatWQ

Решение

Используя написанный выше код в Wolfram Mathematica, реализующий описанный выше алгоритм, получим:

```
AllStih = Flatten@First@Import["E:\\Stihi2.xls"];
Print["Количество стихов: ", Length@AllStih]
Resuls = StihToSize /@ AllStih;
Tally[Transpose[Resuls][[1]]]
```

```
Количество стихов: 800
```

```
{{1, 140}, {2, 472}, {3, 67}, {5, 68}, {4, 53}}
```

Нас интересует число стихов написанных ямбом. Это второй элемент в полученном списке. Значение, полученное в результате работы алгоритма равно 472.
Истинный верный ответ для данного набора стихов равен 479. Максимальное число баллов за задачу давалось, если полученный ответ был равен истинному с погрешностью в 7 стихов.

Формулировка (Вариант 3)

На уроке литературы Петя узнал, что любимым стихотворным размером русских классических поэтов 19-го века был ямб (среди пяти классических стихотворных размеров: хорей, ямб, дактиль, амфибрахий, анапест). Петя любил анализировать данные и подвергал всё сомнению. Он решил проверить, действительно ли это так. Для этого он случайным образом выбрал 800 стихотворений А.А. Фета и решил определить количество стихов, написанных ямбом.

Набор стихов находится в файле “Stihi3.xls”. Также, для удобства, стихи можно скачать архивом “Stihi3.zip”. В архиве каждый стих записан в отдельном текстовом файле.

Задача: помогите Пете найти количество стихотворений, написанных ямбом.

Для решения задачи может понадобиться орфоэпический словарь (словарь ударений)
Файл с таким словарём прикреплён здесь “all_accents.zip”. Словарь является текстовым файлом, в файле в каждой строке записано слово и через запятую его версия с ударением, которое выделено символом ^.
Оригинал словаря в формате .tsv можно найти по ссылке:
https://github.com/Koziev/NLP_Datasets/blob/master/Stress/all_accents.zip

Файл “Stihi3.xls” можно скачать по ссылке:
https://disk.yandex.ru/i/yleslqBptBvTKg
Файл “all_accents.zip” можно скачать по ссылке:
https://disk.yandex.ru/d/0qKARuegQkatWQ

Решение

Используя написанный выше код в Wolfram Mathematica, реализующий описанный выше алгоритм, получим:

```
AllStih = Flatten@First@Import["E:\\Stihi3.xls"];
Print["Количество стихов: ", Length@AllStih]
Resuls = StihToSize /@ AllStih;
Tally[Transpose[Resuls][[1]]]
```

```
Количество стихов: 800
```

```
{{1, 167}, {2, 431}, {4, 71}, {3, 67}, {5, 64}}
```

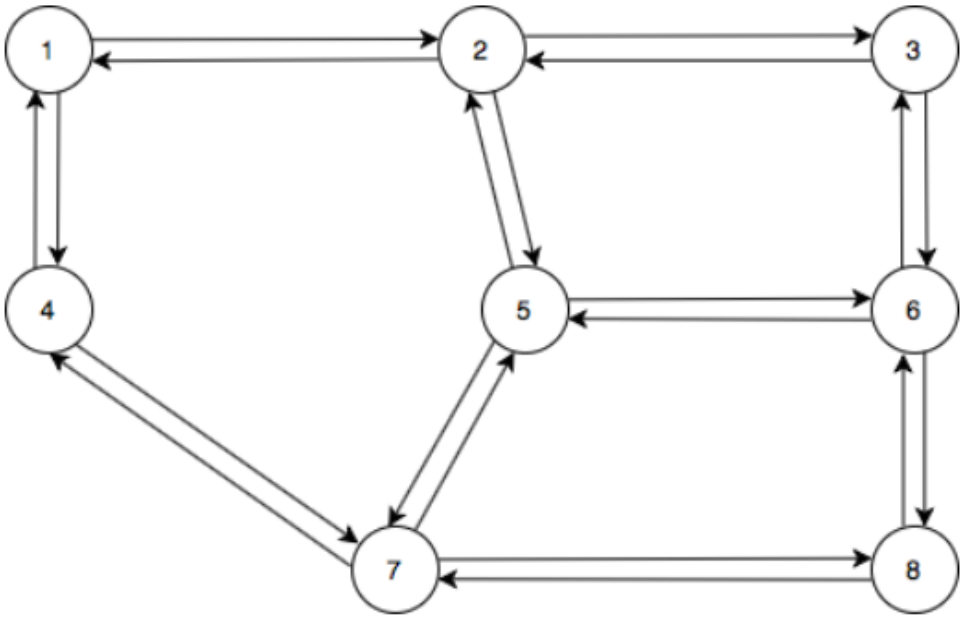
Нас интересует число стихов написанных ямбом. Это второй элемент в полученном списке. Значение, полученное в результате работы алгоритма равно 431.
Истинный верный ответ для данного набора стихов равен 438. Максимальное число баллов за задачу давалось, если полученный ответ был равен истинному с погрешностью в 7 стихов.

Задача 3: Транспортный поток (40 баллов)

Автор задачи: Александр Крылатов
Авторы разбора: Александр Кривошеин

Формулировка (Вариант 1)

Рассмотрим улично-дорожную сеть, состоящую из 8 узлов и 20 направленных дуг:



Время движения одного автомобиля по направленной дуге $(i,\ j)$ зависит от количества всех автомобилей $x_{i\,j}$, желающих проехать по этой дуге, следующим образом:

$$t_{i\,j}(x_{i\,j}) = t^0_{i\,j}\left(1 + \frac{x_{i\,j}}{c_{i\,j}}\right),$$

где $t^0_{i\,j}$ время свободного движения по дуге, а $c_{i\,j}$ коэффициент, влияющий на время прохождения дуги.

Временем движения по некоторому маршруту из узла r в узел s назовём суммарное время движения по всем дугам, входящим в маршрут.
Пример. Пусть $t^0_{36} = 3,\ t^0_{68} = 2, c_{36} = 2340,\ c_{68} = 495$. Тогда время свободного движения по маршруту из узла 3 через узел 6 до узла 8 равно 2 + 3 = 5. Если же по этому маршруту желает проехать 1000 автомобилей, то время движения по маршруту равно

$$3\left(1+\frac{1000}{2340}\right)+2\left(1+\frac{1000}{495}\right)=10.32.$$

Пусть из узла отправления 1 в узел прибытия 8 желает проехать 9000 автомобилей. При этом эти автомобили распределятся по возможным маршрутам между узлами таким образом: время движения по выбранным маршрутам между парой узлов отправления-прибытия является одинаковым и это время меньше времени движения по оставшимся маршрутам между узлами 1 и 8.

Найдите время движения из узла отправления 1 в узел прибытия 8 в загруженной указанным выше образом сети. В качестве ответа введите число с точностью до двух знаков после запятой. Например, 25,03.

Значения параметров времени свободного движения t^0_{ij} и значения коэффициентов c_{ij} даны в таблицах 1 и 2 соответственно.

Таблица 1: Значения параметров времени свободного движения

t^0_{12}	t^0_{23}	t^0_{14}	t^0_{25}	t^0_{36}	t^0_{56}	t^0_{47}	t^0_{57}	t^0_{68}	t^0_{78}
4	5	5	4	3	4	6	3	2	5

Таблица 2: Значения коэффициентов c_{ij}

c_{12}	c_{23}	c_{14}	c_{25}	c_{36}	c_{56}	c_{47}	c_{57}	c_{68}	c_{78}
2590	496	2340	2340	2340	1778	1778	495	495	2340

Отметим, что $t^0_{ij} = t^0_{ji}$ и $c_{ij} = c_{ji}$ для всех пар узлов i, j, соединённых дугами.

Решение

Простейший способ решения, это выпускать по одной машине из узла отправления 1 в узел прибытия 8, каждая машина будет двигаться по самому короткому маршруту. С увеличением загрузки улично-дорожной сети самый короткий маршрут будет изменяться. Выпустив в цикле все 9000 машин, мы получим приближённое решение задачи.

Для примера, приведён код в Wolfram Mathematica, реализующий этот алгоритм. Запишем входные данные:
segments: список названий дуг
timesInit: значения параметров времени свободного движения по этим дугам
coefs: значения коэффициентов, влияющих на время прохождения дуг
carsCurrent: текущее распределение машин по дугам, инициализация нулями.

```
segments = ToString /@ {s14, s41, s12, s21, s47, s74, s23, s32, s25, s52, s36, s63,
    s56, s65, s57, s75, s78, s87, s68, s86};
timesInit = {5, 5, 4, 4, 6, 6, 5, 5, 4, 4, 3, 3, 4, 4, 3, 3, 5, 5, 2, 2};
coefs = {2340, 2340, 2590, 2590, 1778, 1778, 496, 496, 2340, 2340, 2340, 2340,
   1778, 1778, 495, 495, 2340, 2340, 495, 495};
carsInit = Table[0, {i, 1, 20}];
```

Маршруты будем формировать как списки проходимых узлов по маршруту, например, маршрут из 1 в 8 через узлы 2,5,6 имеет вид:

```
route = {1, 2, 5, 6, 8};
```

Найти сегменты по маршруту можно так:

```
routeBySegments = StringJoin["s", ToString[#[[1]]], ToString[#[[2]]]] & /@
  Partition[route, 2, 1]
```

$$\{s12,\ s25,\ s56,\ s68\}$$

Далее, потребуется функция, обновляющая распределение машин по дугам, если известно количество новых машин на маршруте. А также потребуется функция для вычисления текущих затрат времени на дугах при известном распределении машин по дугам.

```
UpdateDistribution[carsCurrent_, route_, numOfCars_] :=
 Module[{routeBySegments, segmentsPos, carsCurrentNew = carsCurrent},
  routeBySegments = StringJoin["s", ToString[#[[1]]], ToString[#[[2]]]] & /@
    Partition[route, 2, 1];
  segmentsPos = Flatten[Position[segments, #] & /@ routeBySegments];
  (carsCurrentNew[[#]] = carsCurrent[[#]] + numOfCars) & /@ segmentsPos;
  carsCurrentNew
 ]
timesBySegments[carsCurrent_] := timesInit (1 + carsCurrent/coefs)
```

Например, запустим по маршруту из 1 в 8 через узлы 2,5,6 900 машин.

```
route = {1, 2, 5, 6, 8};
carsCurrent = UpdateDistribution[carsInit, route, 900]
timesCurrent = timesBySegments[carsCurrent]
```

$$\{0,\ 0,\ 900,\ 0,\ 0,\ 0,\ 0,\ 0,\ 900,\ 0,\ 0,\ 0,\ 900,\ 0,\ 0,\ 0,\ 0,\ 0,\ 900,\ 0\}$$

$$\left\{5,\ 5,\ \frac{1396}{259},\ 4,\ 6,\ 6,\ 5,\ 5,\ \frac{72}{13},\ 4,\ 3,\ 3,\ \frac{5356}{889},\ 4,\ 3,\ 3,\ 5,\ 5,\ \frac{62}{11},\ 2\right\}$$

Далее, можно было бы в полу-ручном режиме запускать какое-то количество машин по кратчайшим маршрутам и обновлять время движения по этим маршрутам, до тех пор пока не будут запущены все 9000 машин. А затем отбалансировать количество машин по маршрутам, так чтобы время движения по всем маршрутам от узла 1 до узла 8 было бы примерно одинаковым. Это время и будет ответом.

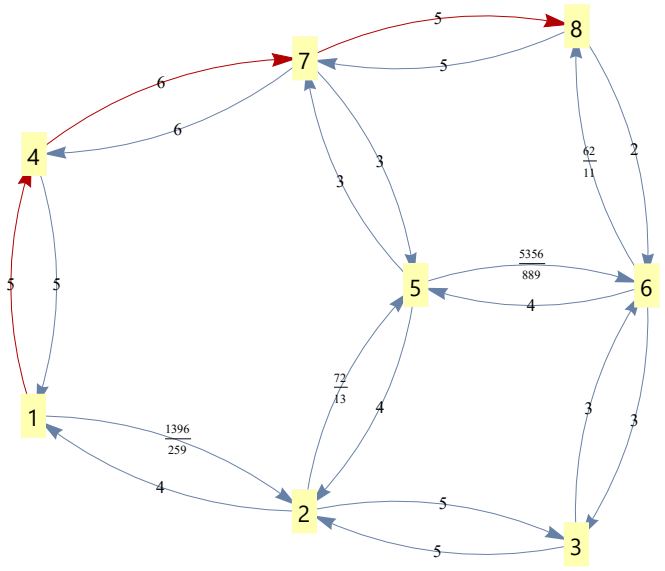
В автоматическом режиме эту схему решения можно реализовать так: построим граф улично-дорожной сети и визуализируем кратчайший текущий маршрут

```
panelLabel[lbl_] := Panel[lbl, FrameMargins → 0, Background → Lighter[Yellow, 0.7]];

g = Graph[{1 ↔ 4, 4 ↔ 1, 1 ↔ 2, 2 ↔ 1, 4 ↔ 7, 7 ↔ 4, 2 ↔ 3, 3 ↔ 2, 2 ↔ 5, 5 ↔ 2, 3 ↔ 6,
    6 ↔ 3, 5 ↔ 6, 6 ↔ 5, 5 ↔ 7, 7 ↔ 5, 7 ↔ 8, 8 ↔ 7, 6 ↔ 8, 8 ↔ 6}, EdgeWeight → timesCurrent,
   VertexLabels → "Name", EdgeLabels → "EdgeWeight"];

route = FindShortestPath[g, 1, 8];
Print["Кратчайший текущий маршрут: ", route]
Grid[
 {{HighlightGraph[g, PathGraph[route, DirectedEdges → True],
    VertexLabels → Table[i → Placed[ToString[i], Center, panelLabel], {i, 8}],
    PlotTheme → {"Web", "Wide", "Tall"}, ImageSize → Medium]},
  {Print["Время кратчайшего маршрута: ", GraphDistance[g, 1, 8]]}}]
```

```
Кратчайший текущий маршрут: {1, 4, 7, 8}
Время кратчайшего маршрута: 16.
```

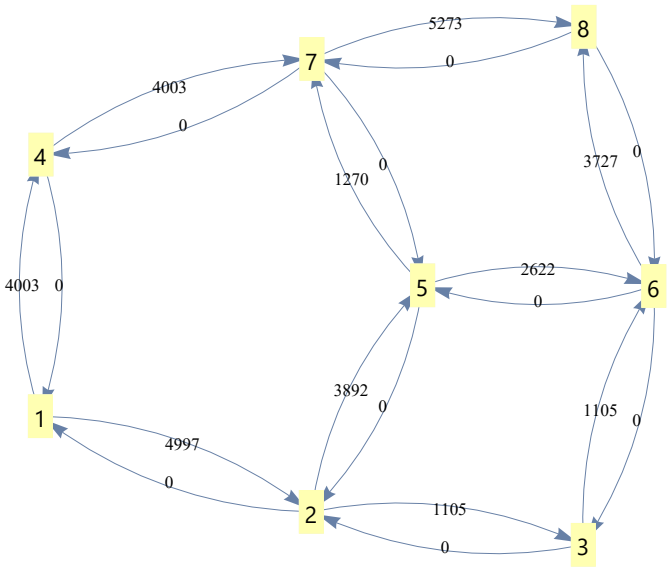


Осталось организовать цикл, в котором можно запускать по одной машине за итерацию.

```
timesCurrent = timesInit;
carsCurrent = carsInit;
For[i = 1, i ≤ 9000, i++,
 g = Graph[{1 ↔ 4, 4 ↔ 1, 1 ↔ 2, 2 ↔ 1, 4 ↔ 7, 7 ↔ 4, 2 ↔ 3, 3 ↔ 2, 2 ↔ 5, 5 ↔ 2, 3 ↔ 6,
    6 ↔ 3, 5 ↔ 6, 6 ↔ 5, 5 ↔ 7, 7 ↔ 5, 7 ↔ 8, 8 ↔ 7, 6 ↔ 8, 8 ↔ 6}, EdgeWeight → timesCurrent,
   VertexLabels → "Name", EdgeLabels → "EdgeWeight"];
 route = FindShortestPath[g, 1, 8];
 carsCurrent = UpdateDistribution[carsCurrent, route, 1];
 timesCurrent = N@timesBySegments[carsCurrent];
]
```

Далее, выведем итоговое распределение машин и найдём время движения по используемым маршрутам

```
Graph[{1 ↔ 4, 4 ↔ 1, 1 ↔ 2, 2 ↔ 1, 4 ↔ 7, 7 ↔ 4, 2 ↔ 3, 3 ↔ 2, 2 ↔ 5, 5 ↔ 2, 3 ↔ 6,
  6 ↔ 3, 5 ↔ 6, 6 ↔ 5, 5 ↔ 7, 7 ↔ 5, 7 ↔ 8, 8 ↔ 7, 6 ↔ 8, 8 ↔ 6}, EdgeWeight → carsCurrent,
 EdgeLabels → "EdgeWeight",
 VertexLabels → Table[i → Placed[ToString[i], Center, panelLabel], {i, 8}]]
```




```
GraphDistance[g, 1, 4] + GraphDistance[g, 4, 7] + GraphDistance[g, 7, 8]
GraphDistance[g, 1, 2] + GraphDistance[g, 2, 5] + GraphDistance[g, 5, 6] +
 GraphDistance[g, 6, 8]
GraphDistance[g, 1, 2] + GraphDistance[g, 2, 5] + GraphDistance[g, 5, 7] +
 GraphDistance[g, 7, 8]
GraphDistance[g, 1, 2] + GraphDistance[g, 2, 3] + GraphDistance[g, 3, 6] +
 GraphDistance[g, 6, 8]
```

```
49.3268

49.3245

49.323

49.3302
```

В качестве итогового ответа можно было взять среднее по этим числам и округлить до 2 знаков после запятой: 49.33.
Максимальный балл давался за ответ в интервале [49.30, 49.35]

Формулировка (Вариант 2 и 3)

Варианты 2 и 3 отличаются от Варианта 1 количеством автомобилей, желающих проехать по маршруту от пункта 1 до пункта 8.
Вариант 2: Пусть из узла отправления 1 в узел прибытия 8 желает проехать 10000 автомобилей.
Вариант 2: Пусть из узла отправления 1 в узел прибытия 8 желает проехать 11000 автомобилей.

Решение

Запуская описанный выше алгоритм, получим:

```
timesCurrent = timesInit;
carsCurrent = carsInit;
For[i = 1, i ≤ 10000, i++,
 g = Graph[{1 ↔ 4, 4 ↔ 1, 1 ↔ 2, 2 ↔ 1, 4 ↔ 7, 7 ↔ 4, 2 ↔ 3, 3 ↔ 2, 2 ↔ 5, 5 ↔ 2, 3 ↔ 6,
    6 ↔ 3, 5 ↔ 6, 6 ↔ 5, 5 ↔ 7, 7 ↔ 5, 7 ↔ 8, 8 ↔ 7, 6 ↔ 8, 8 ↔ 6}, EdgeWeight → timesCurrent,
   VertexLabels → "Name", EdgeLabels → "EdgeWeight"];
 route = FindShortestPath[g, 1, 8];
 carsCurrent = UpdateDistribution[carsCurrent, route, 1];
 timesCurrent = N@timesBySegments[carsCurrent];
]

Mean[{GraphDistance[g, 1, 4] + GraphDistance[g, 4, 7] + GraphDistance[g, 7, 8],
  GraphDistance[g, 1, 2] + GraphDistance[g, 2, 5] + GraphDistance[g, 5, 6] +
   GraphDistance[g, 6, 8],
  GraphDistance[g, 1, 2] + GraphDistance[g, 2, 5] + GraphDistance[g, 5, 7] +
   GraphDistance[g, 7, 8],
  GraphDistance[g, 1, 2] + GraphDistance[g, 2, 3] + GraphDistance[g, 3, 6] +
   GraphDistance[g, 6, 8]}]
```

```
53.1176
```

Итоговый ответ для Варианта 2: 53.12

Максимальный балл давался за ответ в интервале [53.10, 53.15].

```
timesCurrent = timesInit;
carsCurrent = carsInit;
For[i = 1, i ≤ 11000, i++,
 g = Graph[{1 ↔ 4, 4 ↔ 1, 1 ↔ 2, 2 ↔ 1, 4 ↔ 7, 7 ↔ 4, 2 ↔ 3, 3 ↔ 2, 2 ↔ 5, 5 ↔ 2, 3 ↔ 6,
    6 ↔ 3, 5 ↔ 6, 6 ↔ 5, 5 ↔ 7, 7 ↔ 5, 7 ↔ 8, 8 ↔ 7, 6 ↔ 8, 8 ↔ 6}, EdgeWeight → timesCurrent,
   VertexLabels → "Name", EdgeLabels → "EdgeWeight"];
 route = FindShortestPath[g, 1, 8];
 carsCurrent = UpdateDistribution[carsCurrent, route, 1];
 timesCurrent = N@timesBySegments[carsCurrent];
]

Mean[{GraphDistance[g, 1, 4] + GraphDistance[g, 4, 7] + GraphDistance[g, 7, 8],
  GraphDistance[g, 1, 2] + GraphDistance[g, 2, 5] + GraphDistance[g, 5, 6] +
   GraphDistance[g, 6, 8],
  GraphDistance[g, 1, 2] + GraphDistance[g, 2, 5] + GraphDistance[g, 5, 7] +
   GraphDistance[g, 7, 8],
  GraphDistance[g, 1, 2] + GraphDistance[g, 2, 3] + GraphDistance[g, 3, 6] +
   GraphDistance[g, 6, 8]}]
```

```
56.9091
```

Итоговый ответ для Варианта 3: 56.91

Максимальный балл давался за ответ в интервале [56.89, 56.94].