

УДК: 519.942:004.43

ГРНТИ: 20.53.01

ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ PuLP В PYTHON

Бийбосунов Болотбек Ильясович

д.ф.-м.н., д.т.н., профессор кафедры прикладной информатики

Барганалиева Жылдыз Калыбековна

старший преподаватель кафедры прикладной информатики

Султанбаева Гульмира Салымбаевна

к.п.н., и.о.доцента кафедры прикладной информатики

Кыргызский государственный университет имени И. Арабаева

Республика Кыргызстан, г. Бишкек

Шаршеева Жанаркул Тюлоналиевна

учитель информатики

Кашка-Сууйская средняя образовательная школа им. Т.Актанова

Республика Кыргызстан, Чуйская область

Аннотация: В данной статье рассматривается библиотека PuLP. PuLP — это средство моделирования линейного программирования (ЛП) на языке Python. Для реализации необходим Python 3.4 для автоматизации задач, или более продвинутые версии. Рассмотрим постоянно применяемые классы, которые можно использовать в PuLP:

LpProblem — используем при определении задачи.

LpVariable — используем для создания новых переменных.

LpConstraint — используем для создания ограничения.

LpSum — используем для создания линейного выражения.

Value — используем для того, чтобы получить значения переменной или выражения.

Линейная программа-математическая модель задачи, которая удовлетворяет следующим трём условиям:

- переменные, используемые при решении, должны быть реальными;
- целевая функция, используемая при решении, должна быть линейной;
- ограничения, используемые при решении, должны быть линейными.

ЛП используется для нахождения максимума или минимума числового значения и является одним из часто используемых методов для нахождения оптимального использования материалов. Различными факторами ЛП бывают переменные решения, ограничения, данные и целевая функция. ЛП применяется в обрабатывающей промышленности, транспортной отрасли, машиностроении, энергетике и т. д.

Этапы оптимизации:

- определение задачи;
- формирование уравнения;
- решение уравнения;
- анализ решения;
- презентация решения.

Задача по распределению материалов

Задача по распределению материалов — это проблема оптимизации. Она ставит своей целью нахождение оптимального распределения материалов по местам и задачам. Каждый материал имеет стоимость, связанную с ним, но число материалов фиксировано. В нашем случае в коде мы учитывали число материалов для каждой работы, как целое число. Оптимизацию распределения материалов можно использовать при планировании

производства, организации очередей, распределении нагрузки и т.д. Целью является нахождение минимальных общих затрат и максимизация производства.

Терминология:

- целевая функция - это линейное уравнение, решение которого должно быть максимальным или минимальным;
- переменная — это величина, которая используется в уравнении;
- ограничения - это условия допустимых возможностей производства и потребления, материалов и т.д.;
- правило неотрицательности: значения переменных должны быть положительными.

Ключевые слова: производство, бутилированная минеральная вода, задача линейного программирования, оптимизация, методы решения, программа, транспортная задача.

OPTIMAL DISTRIBUTION OF MATERIALS USING PULP IN PYTHON

Biybosunov Bolotbek Ilyasovich

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor of the
Department of Applied Informatics

Barganalieva Zhyldyz Kalybekovna

Senior Lecturer, Department of Applied Informatics

Sultanbaeva Gulmira Salymbaevna

Ph.D, Acting Associate Professor of the Department of Applied Informatics

Kyrgyz State University named after I. Arabaev

Republic of Kyrgyzstan, Bishkek

Sharsheeva Zhanarkul Tyulonalievna

IT-teacher

Kashka-Suuy Secondary Educational School. T.Aktanova

Republic of Kyrgyzstan, Chui region

Abstract: This article discusses the PuLP library. PuLP is a linear programming (LP) simulation tool in Python. Implementation requires Python 3.4 for task automation, or higher. Consider the commonly used classes that can be used in PuLP:

LpProblem - used when defining a problem.

LpVariable - used to create new variables.

LpConstraint - use to create a constraint.

lpSum - used to create a linear expression.

Value - used to get the values of a variable or expression.

A linear program is a mathematical model of a problem that satisfies the following three conditions:

- the variables used in the solution must be real;
- the objective function used in the solution must be linear;
- the constraints used in the solution must be linear.

A linear program is a mathematical model of a problem that satisfies the following three conditions:

- the variables used in the solution must be real;
- the objective function used in the solution must be linear;
- the constraints used in the solution must be linear.

LP is used to find the maximum or minimum of a numerical value and is one of the commonly used methods for finding the optimal use of materials. Various LP factors are decision

variables, constraints, data, and objective function. LP is used in the manufacturing industry, transport industry, mechanical engineering, energy, etc.

manufacturing industry, transport industry, mechanical engineering, energy, etc.

Optimization steps:

- task definition;
- formation of the equation;
- solution of the equation;
- solution analysis;
- presentation of the solution.

Material distribution task

The problem of material distribution is an optimization problem. It aims to find the optimal distribution of materials in places and tasks. Each material has a cost associated with it, but the number of materials is fixed. In our case, in the code we took into account the number of materials for each job, as an integer. Material distribution optimization can be used in production planning, queuing, load balancing, and more. The goal is to find the minimum total cost and maximize production.

Terminology:

- objective function is a linear equation, the solution of which should be maximum or minimum;
- variable is the value that is used in the equation;
- restrictions - these are the conditions of acceptable possibilities of production and consumption, materials, etc.;
- the rule of non-negativity: the values of variables must be positive.

Key words: production, bottled mineral water, linear programming problem, optimization, solution methods, program, transport problem.

Введение. В данной статье рассматривается библиотека PuLP. PuLP — это средство моделирования линейного программирования (ЛП) на языке Python. Для реализации необходим Python 3.4 для автоматизации задач, или более продвинутые версии. Рассмотрим постоянно применяемые классы, которые можно использовать в PuLP:

LpProblem — используем при определении задачи.

LpVariable — используем для создания новых переменных.

LpConstraint — используем для создания ограничения.

LpSum — используем для создания линейного выражения.

Value — используем для того, чтобы получить значения переменной или выражения.

Материалы и методы исследования.

Линейная программа-математическая модель задачи, которая удовлетворяет следующим трём условиям:

- переменные, используемые при решении, должны быть реальными;
- целевая функция, используемая при решении, должна быть линейной;
- ограничения, используемые при решении, должны быть линейными.

ЛП используется для нахождения максимума или минимума числового значения и является одним из часто используемых методов для нахождения оптимального использования материалов. Различными факторами ЛП бывают переменные решения, ограничения, данные и целевая функция. ЛП применяется в обрабатывающей промышленности, транспортной отрасли, машиностроении, энергетике и т. д.

Этапы оптимизации :

- определение задачи;
- формирование уравнения;
- решение уравнения;
- анализ решения;

– презентация решения.

Задача по распределению материалов

Задача по распределению материалов — это проблема оптимизации. Она ставит своей целью нахождение оптимального распределения материалов по местам и задачам. Каждый материал имеет стоимость, связанную с ним, но число материалов фиксировано. В нашем случае в коде мы учитывали число материалов для каждой работы, как целое число. Оптимизацию распределения материалов можно использовать при планировании производства, организации очередей, распределении нагрузки и т.д. Целью является нахождение минимальных общих затрат и максимизация производства.

Терминология:

– целевая функция - это линейное уравнение, решение которого должно быть максимальным или минимальным;

– переменная — это величина, которая используется в уравнении;

– ограничения - это условия допустимых возможностей производства и потребления, материалов и т.д.;

– правило неотрицательности: значения переменных должны быть положительными.

Постановка задачи

В данный момент в Кыргызской Республике рынок по изготовлению бутилированных минеральных вод изобилует своим разнообразием. Этот рынок представлен большим ассортиментом бутилированных минеральных вод, таких как, национальные минеральные воды, а также продукция из дальнего и ближнего зарубежья [1].

Согласно законам экономической теории, с улучшением качества бутилированных минеральных вод, повышается спрос на этот продукт. В соответствии с этим происходит появление новых конкурентов на рынке по выпуску данного продукта.

Рассмотрим задачу упрощенного типа перевозки. У нас есть определенное количество заказчиков бутилированных минеральных вод $I = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ и какое-то количество предприятий по их выпуску $J = \{1, 2, 3\}$. У любого покупателя есть фиксированный спрос на бутилированную минеральную воду p_i , и у любого предприятия имеется фиксированная производственная мощность M_j . Также есть фиксированные транспортные расходы на поставку одной единицы товара с производства j покупателю i .

Математическим способом, эту задачу оптимизации можно представить следующим образом [2,3,4]:

Находим минимум:

$$L(x) = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} c_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

при условиях:

$$\sum_{j \in J} x_{ij} = p_i, i \in I, \quad (2)$$

$$\sum_{i \in I} x_{ij} \leq M_j, j \in J, \quad (3)$$

$$x_{ij} \geq 0, i \in I, j \in J \quad (4)$$

Теперь, условие задачи (1)-(4) можно записать в виде следующей таблицы (Таблица 1).

Таблица 1 - Условие задачи

		покупатель i					
транспортные расходы c_{ji}		1	2	3	4	5	Производственная мощность M_j
бутилированная минеральная вода j	1	4	5	6	8	10	500
	2	6	4	3	5	8	500
	3	9	7	4	2	4	500
спрос p_i		80	270	250	160	180	

Реализация программы на языке Python[5].

Импорт библиотек:

Мы будем использовать библиотеки NumPy и PuLP.

```
import numpy as np
p = {1:80, 2:270, 3:250, 4:160, 5:180}
M = {1:500, 2:500, 3:500}
I = [1,2,3,4,5]
J = [1,2,3]
st_per = {(1,1):4, (1,2):6, (1,3):9,
          (2,1):5, (2,2):4, (2,3):7,
          (3,1):6, (3,2):3, (3,3):3,
          (4,1):8, (4,2):5, (4,3):3,
          (5,1):10, (5,2):8, (5,3):4
        }

import pulp
x = pulp.LpVariable.dicts("amount of goods", ((i, j) for i in I for j in J), lowBound = 0,
cat = 'Continuous')
ob = pulp.LpAffineExpression(e = [(x[i,j],st_per[i,j]) for i,j in x], name = 'selevoi
funcsia')
model = pulp.LpProblem(name = "minimizatsia transportnih rashodov",
sense = pulp.LpMinimize)
model += pulp.lpSum(ob)
for i in I:
vrExpression = pulp.LpAffineExpression(e = [(x[i,j], 1) for j in J if (i,j) in x])
vrConstraint = pulp.LpConstraint(e = pulp.lpSum(vrExpression),
sense = pulp.LpConstraintEQ,
rhs = p[i])
model.addConstraint(vrConstraint)
for j in J:
vrExpression = pulp.LpAffineExpression(e = [(x[i,j], 1) for i in I if (i,j) in x])
vrConstraint = pulp.LpConstraint(e = pulp.lpSum(vrExpression),
sense = pulp.LpConstraintLE,
rhs = M[j])
model.addConstraint(vrConstraint)
#solver = pulp.solvers.GLPK_CMD(msg=1)
results = model.solve()
if model.status == 1:
print('optimalnoe reshenie : %s' %pulp.LpStatus[model.status])
else:
print('Failed to find solution: %s' %pulp.LpStatus[model.status])
print('znachenie selevoi funcsii =', pulp.value(model.objective))
EPS = 1.e-06
for (i,j) in x:
if x[i,j].varValue > EPS:
print("kolichество otpravlennix tovarov %10s s proizvodstva %3s k zakazchiku %3s"
% (x[i,j].varValue,j,i))
Получим следующий ответ:
optimalnoe reshenie : Optimal
znachenie selevoi funcsii = 3350.0
kolichество otpravlennix tovarov      80.0 s proizvodstva 1 k zakazchiku 1
kolichество otpravlennix tovarov     270.0 s proizvodstva 2 k zakazchiku 2
```

kolichество otpravlennix tovarov	250.0	s proizvodstva	2	k zakazchiku	3
kolichество otpravlennix tovarov	160.0	s proizvodstva	3	k zakazchiku	4
kolichество otpravlennix tovarov	180.0	s proizvodstva	3	k zakazchiku	5

Заключение

Итак, из оптимального решения следует вывод: при заданных условиях задачи (2) – (4), мы нашли значение целевой функции $L(x) = 3350$.

В этой статье обсуждалась задача линейной оптимизации, которую можно решить с помощью библиотеки PuLP. Соответственно, можно протестировать вышеуказанный код на других задачах оптимизации и проверить результаты.

Использованная литература:

1. Жусупбаев А., Барганалиева Ж.К., Анализ состояния и перспектива развития рынка натуральных безалкогольных напитков Кыргызской республики// Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. Бишкек. -№5,2019. -63с
2. Эшенкулов П., Жусупбаев А., Култаев Т.Ч., Методика решения задач линейного программирования на компьютере. -Ош, 2004. -61с.
3. Жусупбаева Г.А., Жусупбаева Н.А., Задача оптимального прикрепления перерабатывающих предприятий за источником минеральных вод//ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА. Бишкек. -№5, 2016. -83с.
4. Жусупбаев А., Асанкулова М., Чороев К., Математическая модель и методы соотношений экспорта и импорта продукции// ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА. Бишкек. -№5, 2016. -81с.
5. Н.А. Прохоренко, В.А. Дронов, //Python 3 САМОЕ НЕОБХОДИМОЕ. Санкт-Петербург, 2016. -223с.

