

распространились на уровень общенациональных институтов. В результате в странах с рыночной экономикой во второй половине XX в. получили широкое распространение и внедрение технические, организационные и иные инновации, обеспечивающие удовлетворение потребностей различных категорий населения.

Список литературы:

1. Ettlie J., Reza E.M. Organizational Integration and Process Innovation // Academy of Management Journal. – 1992. – № 35; Gopalakrishnan S., Damanpour F. A Review of Innovation Research in Economics, Sociology and Technology Management // Omega: The International Journal of Management Science. – 1997. – № 25 (1); Maital S. The Relation between perceived Innovationness and Profitability. – Haifa, 2000.
2. Rogers Everett M. Diffusion of Innovations. – 5th Edition Paperback. – 2003.
3. Sombart W. Der kapitalistische Unternehmehrer // Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik. – 1909. – Bd. XXIX.
4. Кондратьев Н.Д. Вопросы конъюнктуры. – М., 1925. – Т. 1, вып. 1. – С. 28-79.
5. Лапин Н.И. Теория и практика инноватики: учеб. пособие / Н.И. Лапин. – М.: Университетская книга; Логос, 2008. – 328 с. – (Новая университетская библиотека).
6. Тард Г. Законы подражания. – М.: «Академический проект», 2011. – С. 77.
7. Шумпетер Ё. Теория экономического развития (1912). – М.: Прогресс, 1982.

ПРИЛОЖЕНИЕ ТЕОРИИ ГРАФОВ К РЕШЕНИЮ КОНКРЕТНОЙ ЗАДАЧИ ОРГАНИЗАЦИИ ОПТИМАЛЬНОЙ ДОСТАВКИ ТОВАРА С УЧЕТОМ ЗАДАННЫХ УСЛОВИЙ

© Дроздов Д.А.* , Пудова Ю.А.*

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, г. Елец

В статье рассматривается решение конкретной задачи организации оптимальной доставки товара с учетом заданных условий средствами теории графов.

Ключевые слова: алгоритм Форда-Беллмана, минимальный путь.

* Студент Физико-математического факультета. Научный руководитель: Белых О.Н., доцент кафедры Алгебры и геометрии, кандидат педагогических наук.

Дискретная математика, являясь самостоятельным направлением современной математики, изучает математические модели объектов, процессов, зависимостей, существующих в реальном мире, с которыми имеют дело в технике, экономике и т.д. Одно из центральных мест в этой учебной дисциплине предметной подготовки бакалавров математики и вычислительной техники занимает теория графов [3, с. 9]. Графы являются доступным и мощным средством решения многих задач, относящихся к широкому кругу проблем, и находит всё новые приложения.

Наиважнейшее значение имеет сформированность умений будущего выпускника применять полученные теоретические знания в своей практической деятельности. Если вуз не формирует у студентов способности осваивать достижения фундаментальных наук и творчески их использовать в профессиональной деятельности, то он не обеспечит своим выпускникам необходимую конкурентоспособность на рынке труда [2, с. 40].

Мы предлагаем рассмотреть решение конкретной задачи, возникшей в стандартной ситуации жизнедеятельности студентов старших курсов, имеющих подработку, пусть даже не по будущей специальности.

Задача. Торговый представитель, забирая на фирме F товар A, на личном автотранспорте развозит по магазинам района. Ниже представлена схема дорог между магазинами с учетом бензиновых затрат. Так как обеденный перерыв у торгового представителя не определен строго по времени, то, пользуясь этим, он заезжает перекусить домой рядом с магазином № 3. Определить наиболее выгодный путь по расходу бензина от склада до микрорайона, где расположен магазин № 3 и дом торгового представителя.

Расход бензина со склада до магазина № 1 – 1 л,
со склада до магазина № 4 – 3 л,
из магазина № 1 до магазина № 4 – 1 л,
из магазина № 1 до магазина № 2 – 8 л,
из магазина № 1 до магазина № 3 – 7 л,
из магазина № 2 до магазина № 3 – 1 л,
из магазина № 2 до магазина № 4 – 5 л,
из магазина № 3 до магазина № 2 – 2 л,
из магазина № 4 до магазина № 3 – 4 л.

Для решения этой задачи воспользуемся знаниями теории графов, а точнее алгоритмом Форда-Беллмана для нахождения минимального пути.

Основными вычисляемыми величинами этого алгоритма являются величины $\lambda_j(k)$, где $i = 1, 2, \dots, n$ (n – число вершин графа); $k = 1, 2, \dots, n - 1$. Для фиксированных i и k величина $\lambda_j(k)$ равна длине минимального пути, ведущего из заданной начальной вершины x_1 в вершину x_i и содержащего не более k дуг.

Шаг 1. Установка начальных условий. Ввести число вершин графа n и матрицу весов $C = (c_{ij})$.

Шаг 2. Положить $k = 0$. Положить $\lambda_i(0) = \infty$ для всех вершин, кроме x_1 ; положить $\lambda_1(0) = 0$.

Шаг 3. В цикле по $k, k = 1, \dots, n - 1$, каждой вершине x_i на k -ом шаге присписать индекс $\lambda_i(k)$ по следующему правилу:

$$\lambda_i(k) = \min_{1 \leq j \leq n} \{ \lambda_j(k-1) + c_{ji} \} \quad (1)$$

для всех вершин, кроме x_1 , положить $\lambda_1(k) = 0$.

Шаг 4. В результате работы алгоритма формируется таблица индексов

$$\lambda_i(k), i = 1, 2, \dots, n, k = 0, 1, 2, \dots, n - 1.$$

При этом $\lambda_i(k)$ определяет длину минимального пути из первой вершины в i -ую, содержащего не более k дуг.

Шаг 5. Восстановление минимального пути. Для любой вершины x_s предшествующая ей вершина x_r определяется из соотношения:

$$\lambda_r(n-2) + c_{rs} = \lambda_s(n-1), x_r \in G^{-1}(x_s), \quad (2)$$

где $G^{-1}(x_s)$ – прообраз вершины x_s .

Для найденной вершины x_r предшествующая ей вершина x_q определяется из соотношения: $\lambda_q(n-3) + c_{qr} = \lambda_r(n-2)$, $x_q \in G^{-1}(x_r)$, где $G^{-1}(x_r)$ – прообраз вершины x_r , и т.д. [1, с. 35-36].

Последовательно применяя это соотношение, начиная от последней вершины x_i , найдем минимальный путь.

Построим для нашей задачи граф. Магазины № i соответствует вершина графа x_{i+1} , $i = \bar{1}, \bar{4}$. Склад расположен в вершине x_1 , магазин рядом с домом – в вершине x_3 . Наша задача сводится к отысканию с помощью алгоритма Форда-Беллмана минимального пути из вершины x_1 в вершину x_3 в графе, изображенном на рис. 1.

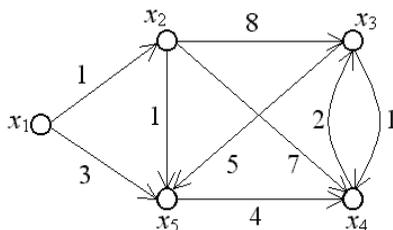


Рис. 1

Рассмотрим подробно работу алгоритма Форда-Беллмана для этого примера. Значения индексов $\lambda_i(k)$ будем заносить в таблицу индексов (табл. 1).

Введем число вершин графа $n = 5$. Матрица весов этого графа имеет вид:

$$C = \begin{pmatrix} \infty & 1 & \infty & \infty & 3 \\ \infty & \infty & 8 & 7 & 1 \\ \infty & \infty & \infty & 1 & 5 \\ \infty & \infty & 2 & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & 4 & \infty \end{pmatrix}.$$

Положим $\underline{k} = 0$, $\lambda_1(0) = 0$, $\lambda_2(0) = \lambda_3(0) = \lambda_4(0) = \lambda_5(0) = \infty$.

Эти значения занесем в первый столбец табл. 1.

При $\underline{k} = 1$. $\lambda_1(1) = 0$. Равенство (1) для $k = 1$ имеет вид:

$$\lambda_i(1) = \min_{1 \leq j \leq 5} \{ \lambda_j(0) + c_{ji} \}.$$

$$\lambda_2(1) = \min\{ \lambda_1(0) + c_{12}; \lambda_2(0) + c_{22};$$

$$\lambda_3(0) + c_{32}; \lambda_4(0) + c_{42}; \lambda_5(0) + c_{52}; \} = \min\{0 + 1; \infty + \infty; \infty + \infty; \infty + \infty; \infty + \infty\} = 1.$$

$$\lambda_3(1) = \min\{ \lambda_1(0) + c_{13}; \lambda_2(0) + c_{23}; \lambda_3(0) + c_{33}; \lambda_4(0) + c_{43}; \lambda_5(0) + c_{53}; \} = \\ = \min\{0 + \infty; \infty + 8; \infty + \infty; \infty + 2; \infty + \infty\} = \infty.$$

$$\lambda_4(1) = \min\{ \lambda_1(0) + c_{14}; \lambda_2(0) + c_{24}; \lambda_3(0) + c_{34}; \lambda_4(0) + c_{44}; \lambda_5(0) + c_{54}; \} = \\ = \min\{0 + \infty; \infty + 7; \infty + 1; \infty + \infty; \infty + 4\} = \infty.$$

$$\lambda_5(1) = \min\{ \lambda_1(0) + c_{15}; \lambda_2(0) + c_{25}; \lambda_3(0) + c_{35}; \lambda_4(0) + c_{45}; \lambda_5(0) + c_{55}; \} = \\ = \min\{0 + 3; \infty + 1; \infty + 5; \infty + \infty; \infty + \infty\} = 3.$$

Полученные значения $\lambda_i(1)$ занесем во второй столбец таблицы. Убеждаемся, что второй столбец, начиная со второго элемента, совпадает с первой строкой матрицы весов, что легко объясняется смыслом величин $\lambda_i(1)$, которые равны длине минимального пути из первой вершины в i -ую, содержащего не более одной дуги.

$\underline{k} = 2$. $\lambda_1(2) = 0$.

Равенство (1) для $k = 2$ имеет вид:

$$\lambda_i(2) = \min_{1 \leq j \leq 5} \{ \lambda_j(1) + c_{ji} \}.$$

$$\lambda_2(2) = \min\{0 + 1; 1 + \infty; \infty + \infty; \infty + \infty; 3 + \infty\} = 1.$$

$$\lambda_3(2) = \min\{0 + \infty; 1 + 8; \infty + \infty; \infty + 2; 3 + \infty\} = 9.$$

$$\lambda_4(2) = \min\{0 + \infty; 1 + 7; \infty + 1; \infty + \infty; 3 + 4\} = 7.$$

$$\lambda_5(2) = \min\{0 + 3; 1 + 1; \infty - 5; \infty + \infty; 3 + \infty\} = 2.$$

Полученные значения $\lambda_i(2)$ занесем в третий столбец таблицы. Величины $\lambda_i(2)$ равны длине минимального пути из первой вершины в i -ую, содержащего не более двух дуг.

$\underline{k} = 3$. $\lambda_1(3) = 0$. Равенство (1) для $k = 3$ имеет вид:

$$\lambda_i(3) = \min_{1 \leq j \leq 5} \{\lambda_j(2) + c_{ji}\}.$$

$$\lambda_2(3) = \min\{0 + 1; 1 + \infty; 9 + \infty; 7 + \infty; 2 + \infty\} = 1.$$

$$\lambda_3(3) = \min\{0 + \infty; 1 + 8; 9 + \infty; 7 + 2; 2 + \infty\} = 9.$$

$$\lambda_4(3) = \min\{0 + \infty; 1 + 7; 9 + 1; 7 + \infty; 2 + 4\} = 6.$$

$$\lambda_5(3) = \min\{0 + 3; 1 + 1; 9 - 5; 7 + \infty; 2 + \infty\} = 2.$$

Полученные значения $\lambda_i(3)$ занесем в четвертый столбец таблицы. Величины $\lambda_i(3)$ равны длине минимального пути из первой вершины в i -ую, содержащего не более трех дуг.

$k = 4$. $\lambda_1(4) = 0$. Равенство (1) для $k = 4$ имеет вид:

$$\lambda_i(4) = \min_{1 \leq j \leq 5} \{\lambda_j(3) + c_{ji}\}.$$

$$\lambda_2(4) = \min\{0 + 1; 1 + \infty; 9 + \infty; 6 + \infty; 2 + \infty\} = 1.$$

$$\lambda_3(4) = \min\{0 + \infty; 1 + 8; 9 + \infty; 6 + 2; 2 + \infty\} = 8.$$

$$\lambda_4(4) = \min\{0 + \infty; 1 + 7; 9 + 1; 6 + \infty; 2 + 4\} = 6.$$

$$\lambda_5(4) = \min\{0 + 3; 1 + 1; 9 - 5; 6 + \infty; 2 + \infty\} = 2.$$

Полученные значения $\lambda_i(4)$ занесем в пятый столбец таблицы. Величины $\lambda_i(4)$ равны длине минимального пути из первой вершины в i -ую, содержащего не более четырех дуг.

Таблица 1

i (номер вершины)	$\lambda_i(0)$	$\lambda_i(1)$	$\lambda_i(2)$	$\lambda_i(3)$	$\lambda_i(4)$
1	0	0	0	0	0
2	∞	1	1	1	1
3	∞	∞	9	9	8
4	∞	∞	7	6	6
5	∞	3	2	2	2

Восстановление минимального пути. Для последней вершины x_3 предшествующая ей вершина x_r определяется из соотношения (2) полученного при $s = 3$:

$$\lambda_r(3) + c_{r3} = \lambda_3(4), x_r \in G^{-1}(x_3), \quad (3)$$

где $G^{-1}(x_3)$ – прообраз вершины x_3 .

$$G^{-1}(x_3) = \{x_2, x_4\}.$$

Подставим в (3) последовательно $r = 2$ и $r = 4$, чтобы определить, для какого r это равенство выполняется: $\lambda_2(3) + c_{23} = 1 + 8 \neq \lambda_3(4) = 8$, $\lambda_4(3) + c_{43} = 6 + 2 = \lambda_3(4) = 8$.

Таким образом, вершиной, предшествующей вершине x_3 , является вершина x_4 .

Для вершины x_4 предшествующая ей вершина x_r определяется из соотношения (2) полученного при $s = 4$:

$$\lambda_r(2) + c_{r4} = \lambda_4(3), x_r \in G^{-1}(x_4), \quad (4)$$

где $G^{-1}(x_4)$ – прообраз вершины x_4 .

$$G^{-1}(x_4) = \{x_2, x_3, x_5\}.$$

Подставим в (4) последовательно $r = 2$, $r = 3$ и $r = 5$, чтобы определить, для какого r это равенство выполняется: $\lambda_2(2) + c_{24} = 1 + 7 \neq \lambda_4(3) = 6$, $\lambda_3(2) + c_{34} = 1 + 1 \neq \lambda_4(3) = 6$, $\lambda_5(2) + c_{54} = 2 + 4 = \lambda_4(3) = 6$.

Таким образом, вершиной, предшествующей вершине x_4 , является вершина x_5 .

Для вершины x_5 предшествующая ей вершина x_r определяется из соотношения (2) полученного при $s = 5$:

$$\lambda_r(1) + c_{r5} = \lambda_5(2), x_r \in G^{-1}(x_5), \quad (5)$$

где $G^{-1}(x_5)$ – прообраз вершины x_5 .

$$G^{-1}(x_5) = \{x_1, x_2\}.$$

Подставим в (5) последовательно $r = 1$ и $r = 2$, чтобы определить, для какого r это равенство выполняется: $\lambda_1(1) + c_{15} = 0 + 3 \neq \lambda_5(2) = 2$, $\lambda_2(1) + c_{25} = 1 + 1 = \lambda_5(2) = 2$.

Таким образом, вершиной, предшествующей вершине x_5 , является вершина x_2 .

Для вершины x_2 предшествующая ей вершина x_r определяется из соотношения (2) полученного при $s = 2$:

$$\lambda_r(0) + c_{r2} = \lambda_2(1), x_r \in G^{-1}(x_2), \quad (6)$$

где $G^{-1}(x_2)$ – прообраз вершины x_2 .

$$G^{-1}(x_2) = \{x_1\}.$$

Подставим в (6) $r = 1$, чтобы определить, выполняется ли это равенство:

$$\lambda_1(0) + c_{12} = 0 + 1 = \lambda_2(1) = 1.$$

Таким образом, вершиной, предшествующей вершине x_2 , является вершина x_1 .

Итак, найден минимальный путь – x_1, x_2, x_5, x_4, x_3 , его длина равна 8. Таким образом, торговый представитель должен со склада поехать в магазин № 1, потом в № 4, в № 3, затем в № 2, зайти домой пообедать.

Такое решение представляет оптимальную организацию по доставке товара с учетом экономии топлива.

Список литературы:

1. Гладких О.Б., Белых О.Н. Основные понятия теории графов: учеб. пособие. – Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2008. – 175 с.
2. Белых О.Н. К вопросу взаимосвязи фундаментализации и интеграции высшего образования в многоуровневом учебном заведении // Достижения вузовской науки. – 2013. – № 6. – С. 39-43.
3. Белых О.Н. Об использовании новых информационных технологий в обучении теории графов / О.Н. Белых // Актуальные психолого-педагогические проблемы подготовки специалиста: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, посвященной году семьи. – Стерлитамак: Стерлитамак. гос. пед. академия им. Зайнаб Бишеевой, 2008. – С. 9-12.
4. Белых О.Н. Один пример взаимосвязи классической и дискретной математики [Текст] / О.Н. Белых // Новые технологии в образовании: Сборник научных трудов I Международной научно-практической Интернет-конференции. – М.: Издательство «Спутник +», 2009. – С. 108-111.

ХАРАКТЕРИСТИКА СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ГИДРОКОЛЛОИДОВ

© Дышлюк Л.С.*

Кемеровский технологический институт пищевой промышленности,
г. Кемерово

Работа посвящена выбору растительных аналогов для производства капсул фармацевтического назначения. Объектами исследований являлись модифицированные и немодифицированные кукурузный крахмал, высокометоксилированные пектины из различных растительных источников, йота- и каппа-каррагинаны, агары. На основании исследований сделан вывод о целесообразности применения данных объектов для изготовления капсул фармацевтического назначения.

Ключевые слова: капсула, гидроколлоид, гомополисахарид, гетерополисахарид, кукурузный крахмал, каррагинан, агар, пектин, полимерная пленка.

С каждым годом капсулированные лекарственные формы приобретают все большее значение благодаря их явным преимуществам перед другими лекарственными формами. Наиболее распространенным формообразующим материалом для производства капсул по-прежнему остается желатин – высокомолекулярное соединение белковой природы животного происхождения [1, 3].

* Научный руководитель: Бабич О.О., доцент кафедры Бионанотехнологии, кандидат технических наук.