

МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ ЗАСОБІВ ДОРОЖНЬОГО КОНТРОЛЮ

Сєдих О. Л., Грибков С. В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: olgased@ukr.net

Modeling of Optimal Accommodation of Road Control Means

In the paper a mathematical model of optimization of introduction of systems of video surveillance on traffic is developed that will allow not only to fix the basic types of violations of traffic rules by drivers, but to inform them about the most rational and safe routes of traffic in difficult traffic and weather conditions.

Одним із найбільш важливих напрямків зниження високої аварійності руху на автомобільних дорогах є посилення контролю за організацією автотранспортного процесу та дотриманням правил поведінки на дорогах усіма його учасниками.

Головне місце у вирішенні цієї задачі займає проблема широкого впровадження систем відеоспостереження за дорожнім рухом, що дозволить не тільки фіксувати основні види порушень правил руху водіями, але інформувати їх про найбільш раціональні і безпечні маршрути руху в складних транспортних і погодних умовах.

Масове створення систем відеоспостережень на автомобільних дорогах вимагає значних капітальних вкладень. В процесі проектування системи відеоспостереження потрібно визначити оптимальну кількість відеокамер та їхнє розташування.

Постановка задачі: транспортна мережа складається з m вузлів (перехресть доріг) та n дуг, що з'єднують пари вузлів. Вузли транспортної мережі є пунктами контролю - місцями розташування технічних засобів (відеокамер), щоб контролювати ділянки доріг (дуги мережі), що сходяться й розходяться у перехресті або ж всередині криволінійної ділянки. Визначено потенційний набір пунктів, де можуть бути встановлені відеокамери, необхідно оптимізувати схему розміщення відеокамер, визначивши пункти контролю для розташування відеокамер та їх мінімальну кількість, щоб кожна ділянка (дуга) мережі була під контролем хоча б однієї відеокамери.

Для математичної постановки задачі позначимо:

i – поточний номер дуги, $i = 1, \dots, n$;

j – поточний номер вузла, $j = 1, \dots, m$;

a_{ij} – ознака існування зв'язку між i -ою дугою та j -им вузлом ($a_{ij} = 1$, якщо є зв'язок, інакше, 0);

x_j – шукана змінна двійкового типу, $x_j = 1$, якщо у j -му вузлі треба встановити відеокамеру, інакше, $x_j = 0$;

F – шукана мінімальна кількість відеокамер.

Тоді математична модель задачі про розміщення відеокамер може бути представлена у вигляді:

$$F = \sum_{j=1}^m x_j \rightarrow \min \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^m a_{ij} \cdot x_j \geq 1, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m} \quad (2)$$

$$x_j = \{0,1\}; \quad i = m \quad (3)$$

Розглянемо приклад: транспортна мережа (рис. 1) складається з 16 вузлів та 34 дуг, що їх з'єднують. Бажано розмістити пункт контролю у вузлі 2 і тримати дугу 6, що з'єднує вузли 2 та 3, під подвійними контролем.

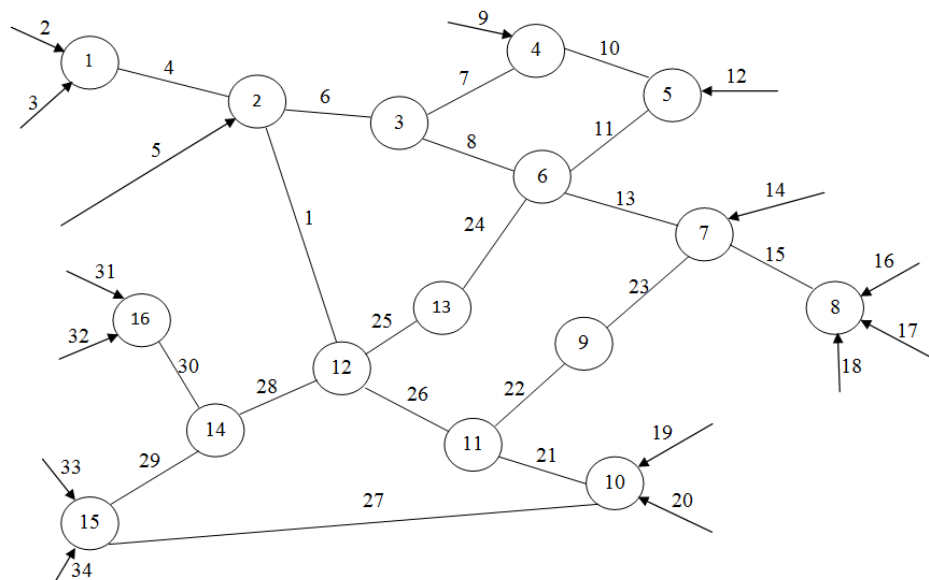


Рис. 1. Приклад транспортної мережі

Необхідно знайти план розташування відеокамер $X = (x_1, \dots, x_{25})$, щоб

$$F = \sum_{j=1}^{16} x_j \rightarrow \min$$

$$\sum_{j=1}^{16} a_{ij} \cdot x_j \geq 1, \quad i = \overline{1,34}$$

$$x_2 = 1$$

$$\sum_{j=1}^{16} a_{6j} \cdot x_j = 2$$

$$x_j = \{0,1\}; \quad i = \overline{1,16}$$

Для розв'язання задачі була використана надбудова «Поиск решения» у табличному редакторі MS Excel (рис. 2).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1		B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	B-7	B-8	B-9	B-10	B-11	B-12	B-13	B-14	B-15	B-16	Під наглядом	По 2
2	Д-1		1										1					1	
3	Д-2	1																1	
4	Д-3	1																1	
5	Д-4	1	1															2	1
6	Д-5		1															1	
7	Д-6		1	1														2	1
8	Д-7			1	1													2	1
9	Д-8			1			1											1	
10	Д-9				1													1	
11	Д-10				1	1												2	1
12	Д-11					1	1											1	
13	Д-12					1												1	
14	Д-13						1	1										1	
15	Д-14							1										1	
16	Д-15							1	1									2	1
17	Д-16								1									1	
18	Д-17								1									1	
19	Д-18								1									1	
20	Д-19										1							1	
21	Д-20										1							1	
22	Д-21										1	1						2	1
23	Д-22									1		1						1	
24	Д-23							1	1									1	
25	Д-24					1									1			1	
26	Д-25												1	1				1	
27	Д-26											1	1					1	
28	Д-27										1							1	
29	Д-28												1		1			1	
30	Д-29														1	1		2	1
31	Д-30														1		1	2	1
32	Д-31																1	1	
33	Д-32																2	2	1
34	Д-33															1		1	
35	Д-34															1		1	
36																			9
37	X	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	13	

Рис. 2. Результат розв'язання задачі в MS Excel

В результаті рішення отримали мінімальну кількість пунктів контролю $F=13$, 25 дуг (вулиць) контролюються з одного пункту контролю, 9 дуг – під подвійним контролем.

Розглянутий метод доцільно використовувати на моделях до 100 складових, адже для моделей більшого розміру доцільно використовувати генетичні алгоритми, що представлені у вигляді додаткових функцій у математичному пакеті MathLab.

Література

1. Мадера, А. Г. (2016) *Математические модели и принятие решений в управлении. Руководство для топ-менеджеров*. СПб.: URSS, 688 с.
2. Заболотский, В. П., Оводенко, А. А., Степанов, А. Г. (2001) *Математические модели в управлении: Учебное пособие*. СПб.: ГУАП, 2001, 196 с.