

Математичне моделювання розташування відеокамер у приміщеннях

О.Л. Сєдих, С.В. Грибков

Національний університет харчових технологій

У сучасному світі однією з актуальних задач є оптимальне відеоспостереження різних об'єктів для їх охорони, моніторингу дорожнього руху, в наукових дослідженнях тощо. В процесі проектування системи відеоспостереження потрібно визначити оптимальну кількість відеокамер та їхнє розташування.

В даній роботі досліджується проблема надійного відеоспостереження у великих приміщеннях, що представляють собою сукупність m кімнат різного розміру і форми, які з'єднані між собою n дверима через які відвідувачі і співробітники мають доступ до відповідних кімнат. Тобто необхідно забезпечити відеоспостереження усіх дверей.

Тоді математична модель задачі про розміщення відеокамер може бути представлена у вигляді цільової функції (1), яка оптимізує загальну кількість відеокамер, та обмеження (2), яке полягає у тому, що кількість відеокамер для кожної кімнати повинно бути не менше однієї:

$$F = \sum_{i=1}^n x_i \rightarrow \min \quad (1)$$

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

де i – поточний номер двері (D_i), $i = \overline{1, n}$;

j – поточний номер кімнати (K_j), $j = \overline{1, m}$;

$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо із } i\text{-их дверей видно } j\text{-ту кімнату} \\ 0, & \text{у іншому випадку} \end{cases}$

– елемент матриці $A = \{a_{ij}\}$ опису

приміщення «кімнати-двері» розміром $n \times m$;

$x_i = \begin{cases} 1, & \text{якщо відеокамера є в } i\text{-их дверях} \\ 0, & \text{у іншому випадку} \end{cases}$

– елемент вектору плану розміщення

відеокамер $X = \{x_i\}$.

Наприклад філіал банку розміщено у будинку, де усі приміщення з'єднані між собою. Кожна кімната повинна бути під пильним контролем. Керівництво банку для економії витрат на відеокамери з кутом огляду 180 градусів зацікавлене мінімізувати їх чисельність і для цього вирішило розміщувати відеокамери над дверима, щоб вести спостереження за суміжними кімнатами. Двері Д1 (кімната 1) є вхідними, тому в них обов'язково має бути відеокамера. Кімнати 14, 15 не потребують контролю відеокамер.

Математична модель задачі розв'язання прикладу при використанні формул (1)–(2) буде мати вигляд (3–7):

$$F = \sum_{i=1}^{20} x_i \rightarrow \min \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^{20} a_{ij} \cdot x_i \geq 1 \quad j = \overline{1,15} \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^{20} \sum_{j=14}^{15} a_{i,j} \cdot x_i = 0 \quad (5)$$

$$x_1 = 1 \quad (6)$$

$$x_i = \{0,1\}; \quad i = \overline{1,20} \quad (7)$$

Тоді, матриця опису приміщення «кімнати-двері» представлена у табличному редакторі MS Excel на рисунку 1.

	д1	д2	д3	д4	д5	д6	д7	д8	д9	д10	д11	д12	д13	д14	д15	д16	д17	д18	д19	д20
к1	1	1	1																	
к2				1																
к3		1			1			1												
к4			1		1	1			1											
к5				1		1	1													
к6							1			1										
к7								1			1	1								
к8											1		1							
к9									1			1	1		1					
к10										1			1			1				
к11														1			1	1		
к12															1	1	1		1	1
к13																		1		
к14																			1	
к15																				1

Рис. 1. Матриця опису приміщення «кімнати-двері»

У зв'язку з тим, що у наведеному прикладі розмірність задачі невелика, то її можливо розв'язати за допомогою надбудови «Поиск решения» у табличному редакторі MS Excel. Рішення задачі представлено на рисунку 2, що відображає план приміщення з розміщенням відеокамер у вигляді зафарбованих клітин, тобто дверей.

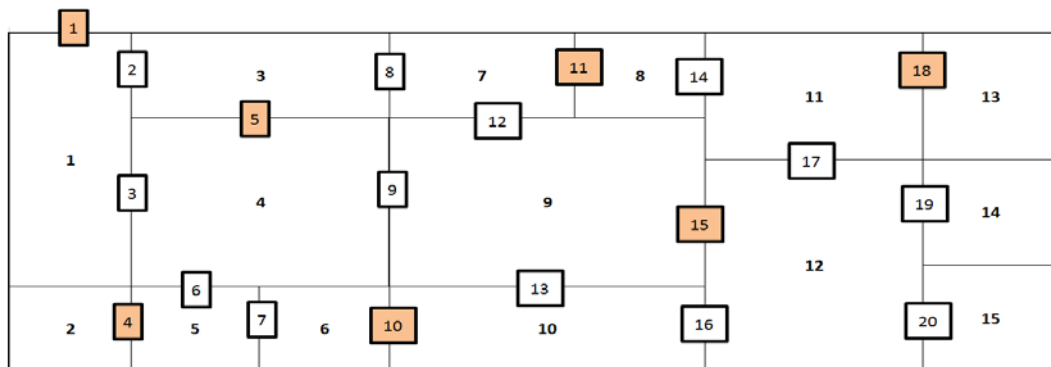


Рис. 2. План приміщення з розміщенням відеокамер

Висновки. Запропонована математична модель дозволяє знайти оптимальну кількість та розташування камер відеоспостереження на існуючому або створеному з нуля плані приміщень, але якщо загальна кількість елементів задачі буде перевищувати 500 елементів, тоді для її розв'язку доцільно використовувати генетичні та евристичні алгоритми, що реалізовані у вигляді додаткових функцій таких математичних пакетів як MatLab або Mathematica, а також реалізувати свій проект.