ОДИН ИЗ ПОДХОДОВ К ФОРМАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОЖАРНЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ

А.А. Антошкин.
(представлено докт.техн.наук В.М. Комяк)

Рассматривается один из подходов к формализации задачи размещения точечных пожарных извещателей. Показано, что данную задачу можно формализовать, используя структуры неравенств и понятие ω-функций, приведен аппарат задания области допустимых решений.

Рассмотрение задачи размещения автоматических точечных пожарных извещателей (ПИ) позволило сделать вывод о возможности использования для решения этой задачи методов геометрического проектирования [1]. Было показано, что задача размещения ПИ сводится к задаче покрытия области произвольной формы кругами заданного радиуса.

Рассмотрим простейшую (и наиболее часто встречающуюся) конфигурацию помещения - прямоугольник S_o с параметрами размещения (x_0, y_0).

Область допустимых решений D представляет собой область ограниченную годографом функции плотного размещения для объектов S_1 и S_0 (рис. 1).

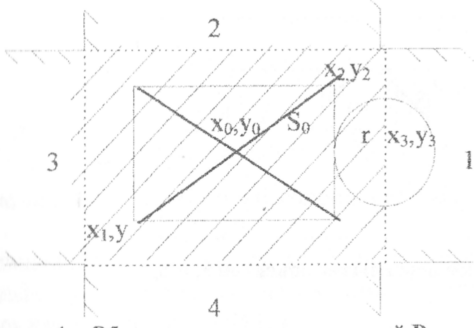

Рисунок 1 – Область допустимых решений D

Представим ее в виде структур неравенств [2].

Определение 1. Структурой неравенств G = (F, Δ, m) называется упорядоченный набор F неравенств вида $f_i \le 0$, $i = 1, 2, ..., m$ с определенными для каждой пары неравенств операциями конъюнкции или дизъюнкции, представленными в виде симметричной матрицы $\Delta = \| \delta_{ij} \|_{m \times m}$. Операции конъюнкции между i-м и j-м неравенствами соответствует значение $\delta_{ij} = 1$, а операции дизъюнкции– $\delta_{ij} = 0$.

$$F = \begin{cases} x \le x_2 + r \\ y \le y_2 + r \\ x \ge x_1 - r \\ y \ge y_1 - r \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x - x_2 - r \le 0 \\ y - y_2 - r \le 0 \\ x_1 - x - r \le 0 \\ y_1 - y - r \le 0 \end{cases}, \qquad (1)$$

где каждое из неравенств описывает соответствующие полуплоскости (рис. 1),

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{vmatrix}, \qquad m = 4.$$

При покрытии области S_0 объектами S_i, неизбежно будет присутствовать взаимное перекрытие покрывающих объектов S_i и S_j (рис. 2)

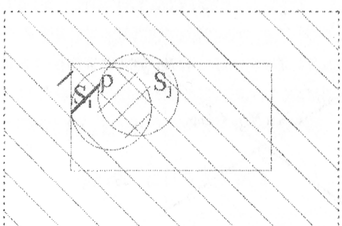

Рисунок 2 – Взаимное перекрытие объектов S_i и S_j

Пусть

$$\Omega_{ij} = S_i \bigcap S_j . \qquad (2)$$

Тогда при выполнении условия $\sum \Omega_{ij} \to \min$ $i < j$ $i = 2, ..., m,$

количество покрывающих объектов будет минимальным.

Формализацию условий покрытия области позволяет легко осуществить введение специального класса функций вида

$$\omega\,(g_*) = \omega_*(m^1, m^2, ..., m^n, p^1, p^2, ..., p^n) = \mu\,(\Omega), \qquad (3)$$

где μ - абстрактная мера, то есть неотрицательная аддитивная функция, заданная на полукольце множеств,

$$g_* = (\{ s^1 * s^2 * ... * s^n\}, \{ m^1, m^2, ..., m^n \}, \{ p^1, p^2, ..., p^n \}) = \\ = B\,(g^1, g^2, ..., g^n) = g^1 * g^2 * ... * g^n, \qquad (4)$$

где знак * определяет взаимоотношения между соответствующими элементами.

Определение 2. Функции, определяемые выражением (4), называются ω-функциями [2].

Если информации g^i индуцируют в пространстве R^2 круги S_i с радиусами r и параметрами размещения (x_i, y_i), то тогда

$$\omega_{\Omega_{ij}}(x_i, y_i, x_j, y_j, r) = \begin{cases} 0, \text{ если } \quad \rho_{ij} \geq 2r; \\ \pi r^2, \text{ если } \rho_{ij} = 0; \\ 2r^2(\arccos\,\alpha - \alpha\sqrt{1-\alpha^2}), \text{ если } 0 < \rho_{ij} < 2r, \end{cases} \qquad (5)$$

где $\alpha = \dfrac{\rho_{ij}}{2r}$, $\rho_{ij} = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2}$, $i < j$, $i = 2, ..., m$, ρ_{ij} – расстояние между центрами покрывающих кругов.

Изменение i, j в пределах от 2 до m обусловлено требованием нормативных документов о необходимости размещения в одном помещении как минимум 2^x ПИ [3].

Все вышесказанное верно, если данную задачу рассматривать только с точки зрения геометрического проектирования. Однако необходимо учесть тот факт, что реально ПИ могут располагаться только в защищаемом помещении, а не за его пределами. Т.е. следует ввести дополнительное ограничение на область возможного расположения центров покрывающих кругов.