
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Руководящий документ Гостехкомиссии России «Средства вычислительной техники. Защита от несанкционированного доступа к информации. Показатели защищенности от несанкционированного доступа к информации». М., 1992. — 24 с.
2. ISO/IEC 15408:2005. Common Criteria for Information Technology Security Evaluation, ISO. 2005.
3. Марка Д. А., МакГоуэн К. Методология структурного системного анализа и проектирования SADT. М., 1993. — 240 с.
4. Milner R., Parrow J., Walker D. A Calculus of Mobile Processes. Part I. LFCS Report 89–85. University of Edinburgh. June 1989. — 46 p.
5. Правиц Д. Натуральный вывод. М., 1997. — 107 с.

А. С. Мосолов (к. т. н.)
ЗАО «Амулет»

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

В последнее время наблюдается тенденция к возрастанию количества объектов, требующих охраны, в том числе с использованием систем видеонаблюдения [1].

Рассмотрим возможность оценки эффективности таких систем с использованием метода проектирования, разработанного ЗАО «АМУЛЕТ» [2]. Напомним, что в процессе выбора проектного решения строится трехмерная математическая модель охраняемого объекта и трехмерные модели зон действия технических средств системы видеонаблюдения.

Модель может быть описана следующим образом.

1) Задание множества доступных для использования типов видеокамер $C = \{c_i \mid i = 1, \dots, N_c\}$ с указанием необходимых параметров (таких как геометрические характеристики зон видимости, стоимостные параметры и т. д.).

Наиболее распространенная конфигурация зоны видимости видеокамеры представляет собой прямоугольную пирамиду, усеченную двумя концентрическими сферами, радиусы которых $\rho(c_i)$ и $R(c_i)$ представляют собой минимальный и максимальный радиусы зоны видимости. В этом случае видимые камерой точки пространства лежат внутри фигуры, ограниченной четырьмя плоскостями, пересекающимися в одной точке, углы между парами плоскостей составляют $\chi(c_i)$ и $\delta(c_i)$. Радиусы $\rho(c_i)$ и $R(c_i)$ являются функциями глубины резкости объектива видеокамеры, размеров матрицы, условий освещенности, прочих требований, предъявляемых к системе (например, степени разрешения и требуемой детализации наблюдаемых объектов), и в рамках данной модели считаются заданными и фиксированными.

Зона видимости камеры, таким образом, может быть задана системой линейных и квадратичных неравенств вида:

$$\begin{cases} A_1 x + B_1 y + C_1 z + D_1 < 0 \\ A_4 x + B_4 y + C_4 z + D_4 < 0 \\ (x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 + (z-z_0)^2 > \rho \\ (x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 + (z-z_0)^2 < R \end{cases} \quad (1)$$



Коэффициенты неравенств являются функциями типа камеры, ее расположения и ориентации оптической оси, которая задается двумя углами α (определяет наклон оптической оси в вертикальной плоскости) и β (определяет последующий поворот камеры в горизонтальной плоскости относительно некоего начального положения). Множество точек $\{(x, y, z)\}$, удовлетворяющих системе (1), является, таким образом, функцией типа, положения и ориентации видеокамеры и обозначается $\Delta(c_i, x_0, y_0, z_0, \alpha, \beta)$. В случае применения видеокамер, имеющих конфигурации зон видимости, отличные от вышеописанной (например, в форме крутового конуса), множество видимых точек будет описываться системой неравенств некоторого другого присущего им вида.

2) Задание потенциально доступной для установки видеокамер области (в общем случае объемной). Например, для комнаты такой зоной может являться плоскость потолка. Размеры и форма зоны определяются исходя из требований заказчиков, характеристик рельефа и других факторов. Допустимая для установки видеокамер область обозначается далее как Ω .

3) Задание множества контролируемых объектов $\Psi = \{\psi_i \mid i = 1, \dots, N_\Psi\}$. Под контролируемым объектом ψ_i следует понимать множество составляющих его точек пространства (примером контролируемых объектов могут служить окна или двери для охраняемого помещения, а также некоторая часть либо весь объем помещения). Для задания каждого контролируемого объекта представляется целесообразным использовать систему его контрольных точек, т. е. таких точек, при условии попадания которых в зону видимости видеокамеры любая другая точка контролируемого объекта также попадает в зону видимости камеры (например, для контролируемого объекта, представляющего собой окно или дверь, в качестве такой системы контрольных точек могут быть выбраны четыре угловые точки). В случае если контролируемые объекты слишком крупны, необходимо в программной реализации предусматривать возможность их автоматического разбиения на стыкующиеся друг с другом части (контролируемые подобъекты).

Метод разбиения контролируемых объектов на части может оказывать существенное влияние на оптимальность всего метода. В принципе, предпочтительно использование как можно более малых объектов (или их частей), однако следует отметить, что степень детализации ограничена вычислительными возможностями. В зависимости от наличия специфических требований к системе для элементов множества контролируемых объектов различных типов могут задаваться также некоторые дополнительные параметры, уточняющие критерии оптимизации установки видеокамер либо служащие для введения различного рода дополнительных ограничений (например, для окон или дверей в роли таких дополнительных параметров могут выступать нормали к их поверхности, направленные внутрь помещения).

4) Определим функцию $E: \Xi \rightarrow 2^\Psi$, отображающую множество $\Xi = \{(c_i, x_0, y_0, z_0, \alpha, \beta)\}$ допустимых наборов типов камер, их положений и ориентаций на множестве 2^Ψ всех подмножеств контролируемых объектов следующим образом:

$$\{\psi_{i_1}, \psi_{i_2}, \dots, \psi_{i_k}\} \subset \Delta(c_i, x_0, y_0, z_0, \alpha, \beta)$$

$$E(c_i, x_0, y_0, z_0, \alpha, \beta) = \{\psi_{i_1}, \psi_{i_2}, \dots, \psi_{i_k}\} \Leftrightarrow \Psi \setminus \{\psi_{i_1}, \psi_{i_2}, \dots, \psi_{i_k}\} \not\subset \Delta(c_i, x_0, y_0, z_0, \alpha, \beta).$$

Другими словами, эта функция показывает, какие из контролируемых объектов видны камерой типа $c_i \in C$, установленной в произвольной точке пространства $(x_0, y_0, z_0) \in \Omega$, и ориентированной в соответствии с углами $\alpha \in [0, \pi/2)$ и $\beta \in [0, 2\pi)$. Обобщим определение функции на произвольные подмножества $\vartheta \in 2^\Xi$ следующим образом:

$$E(\vartheta) = \bigcup_{(c_i, x_0, y_0, z_0, \alpha, \beta) \in \vartheta} E(c_i, x_0, y_0, z_0, \alpha, \beta).$$

5) Обозначим через $E^{-1}(\Psi)$ множество таких подмножеств ϑ из 2^Ξ , для которых выполняется $\bigcup_{(c_i, x_0, y_0, z_0, \alpha, \beta) \in \vartheta} E(c_i, x_0, y_0, z_0, \alpha, \beta) = \Psi$. Другими словами, $\forall \vartheta$ из прообраза $E^{-1}(\Psi)$ множества Ψ представляет собой набор камер определенных типов, установленных так, что обеспечивается видимость всех контролируемых объектов.



б) Вводим некоторую целевую функцию системы установленных видеокамер и обозначим ее как $F(\vartheta)$ (в качестве такой функции можно взять, например, цену системы видеокамер или их количество в системе). Решается задача оптимального размещения видеокамер, которую можно сформулировать как поиск $\underset{\vartheta \in E^{-1}(\Psi)}{\operatorname{argmin}} (F(\vartheta))$, возможно, при наличии ряда дополнительных ограничений и условий. В частном случае при условии использования, например, одного типа видеокамер в качестве минимизируемой функции можно использовать просто $|\vartheta|$.

Практический метод решения данной задачи, который можно использовать при написании программы, предполагает табличное построение функции $E(c_i, x_0, y_0, z_0, \alpha, \beta)$ на некотором дискретном подмножестве Ξ (формирование которого может осуществляться как регулярными (сетка с некоторым шагом), так и стохастическими методами с последующей проверкой существования множеств $\vartheta \in E^{-1}(\Psi)$ мощности 1 среди элементов $(c_i, x_0, y_0, z_0, \alpha, \beta)$. В случае отсутствия таковых выполняется поиск множеств ϑ мощности 2 среди попарных объединений элементов $(c_i, x_0, y_0, z_0, \alpha, \beta)$, в случае отсутствия таковых поиск ϑ продолжается среди тройных объединений элементов $(c_i, x_0, y_0, z_0, \alpha, \beta)$ и т. д., до достижения успеха.

Описанный подход реализован в виде отдельного модуля проектирования системы видеонаблюдения объекта, показал в процессе эксплуатации приемлемые временные характеристики и прошел сертификацию в патентном ведомстве. С работой модуля можно ознакомиться в ЗАО «Амулет».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Дамьяновски В. CCTV. Библия видеонаблюдения. Цифровые и сетевые технологии. 2-е изд. М., 2006.
2. «Способ проектирования систем комплексной безопасности объекта». Патент РФ № 2219576 от 05.03.2002 г.

