

УДК 681.3.07

Н.С. КОВАЛЕНКО, П.В. ОСТАФІЙЧУК*Бердянський державний педагогічний університет, Україна*

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАЗМЕЩЕНИЯ ДАТЧИКОВ В ПРЕДЕЛАХ ЗОН ПЛОСКОСТНОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ ОБЪЕКТОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Рассмотрены варианты формирования зон плоскостного контроля территории и размещения на них датчиков. В качестве фигур покрытия используются шестиугольники, расположенные на плоскости контроля в виде сотовой структуры. Приводятся варианты анализа и оценки основных параметров интегрированных систем объектовой безопасности (ИСОБ).

зона отчуждения, избыточность покрытия зон контроля, минимизация площади перекрытия

Введение

Постановка задачи размещения датчиков плоскостного контроля территории. Оценка возможных вариантов размещения датчиков систем пространственного контроля в пределах заданных зон в настоящее время, в связи с появлением на рынке датчиковых средств нового поколения, при проектировании интегрированных систем объектовой безопасности (ИСОБ), приобрело более многогранный подход. При выборе таких вариантов необходимо учитывать характеристики объекта по его функциональному назначению. Это может быть критическое, бизнес-критическое, коммерческое или бытовое назначение. Естественно, подход по обеспечению требований необходимой гарантоспособности (ИСОБ) таких как вероятность обнаружения событий (ВОС), частоте ложных тревог (ЧЛТ), уязвимости к преодолению (УП), надежности и др. будет различаться [3–4].

Также такие объекты, в основном, имеют сложную инфраструктуру, которая затрудняет полное покрытие контролируемых зон (КЗ) и объединяют в составе современные средства видеонаблюдения, различные датчики, точки доступа, автоматической регистрации, контроля и

реакции на события с учетом индивидуальных особенностей объектов [1–4].

Принцип разработки математических моделей вышеуказанных систем должен учитывать такие требования:

– ввиду равноправия направлений контроля размещение датчиков в пределах контролируемой зоны должно осуществляться по регулярной схеме – слоями, где слой представляет собой совокупность датчиков, расположенных на одинаковом расстоянии, например по сотовой схеме, от заданной точки или кривой;

– при создании систем контроля ее стоимость (С) является важным фактором, поэтому площадь перекрытия зон контроля датчиков должна быть минимальной при соблюдении условий;

$$\begin{cases} \text{ВОС} \geq \text{ВОС}_{\text{треб.}}; \\ \text{ЧЛТ} \leq \text{ЧЛТ}_{\text{треб.}}; \\ \text{УП} \leq \text{УП}_{\text{треб.}}; \\ C \rightarrow \min. \end{cases}$$

– зона контроля, ввиду геометрической сложности периметра и объектов инфраструктуры, в большинстве случаев больше площади объекта контроля, поэтому вводится допустимая зона отчуждения вокруг ее периметра [4];

– для объектов критического назначения предъявляются повышенные требования к надежности (избыточность покрытия датчиков контроля, а также обеспечение необходимым количеством точек доступа (ТД) для сбора информации от датчиковых средств) поэтому соблюдение ценовых условий выглядит так:

$$\begin{cases} BOC \rightarrow \max; \\ ЧЛГ \leq ЧЛГ_{\text{треб.}}; \\ УП \leq УП_{\text{треб.}}; \\ C \leq C_{\text{доп.}} \end{cases}$$

В зависимости от геометрических характеристик – количества измерений (линейные, плоскостные, объемные) на объекте охраны, а также такой характеристики применяемых датчиков как зона достоверного контроля, возможны разные постановки задач конфигурирования архитектуры ИСОБ, т.е. размещения датчиков [1,4].

Цель данной работы – разработка элементов модели размещения датчиков и выбора конфигурации зон покрытия ИСОБ для случая плоскостного контроля охраняемого объекта.

Выбор элементов покрытия для плоскостного контроля объектов

Размещение датчиков в слое и слоях друг относительно друга зависит от зоны охвата используемых датчиков, форма которых имеет вид:

1. Круговой (в качестве фигуры покрытия используется круг) для датчиков без выделенных направлений.
2. Секторный (в качестве фигуры покрытия используется сектор круга) для датчиков с выделенными направлениями.
3. Линейный (в качестве фигуры покрытия используется прямоугольник) для датчиков на пересечении потоков энергии.

Для круговых и секторных датчиков в качестве покрывающего элемента выбирается круг.

При использовании датчиков без выделенных направлений рассмотрим сотовую конфигурацию покрытия площади объекта контроля (рис. 1), где вокруг каждой зоны контроля (шестигранника) S , описана окружность радиусом контроля R , а N – точка размещения датчика (центр зоны контроля – S).

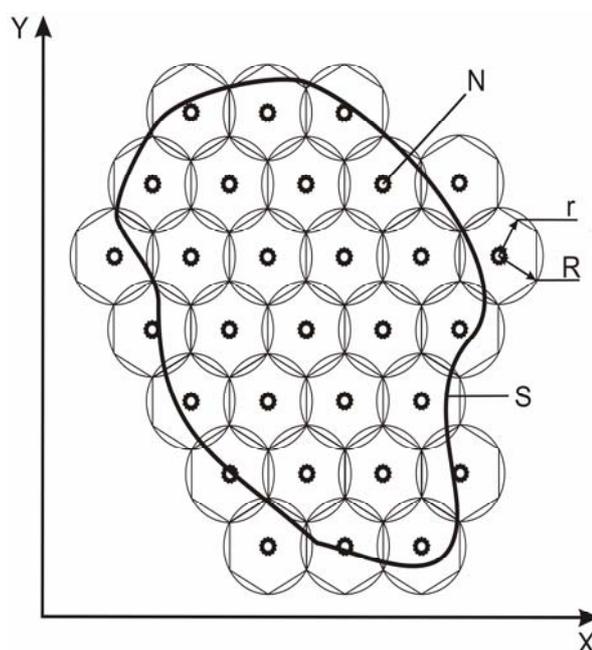


Рис. 1. Модель сотового размещения датчиков для плоскостного контроля зоны охраняемого объекта.

Исходя из геометрических свойств принятой конфигурации слоя, площадь покрытия одной зоны контроля будет составлять

$$S = \frac{3\sqrt{3}}{2} R^2. \tag{1}$$

При образовании физических зон покрытия датчиков образуется избыточная площадь – $S_{изб}$, которая вычисляется

$$S_{изб} = S_{физ} - S. \tag{2}$$

Данное выражение можно представить в виде:

$$S_{изб} = \pi R^2 - \frac{3\sqrt{3}}{2} R^2 = R^2 \left(\pi - \frac{3\sqrt{3}}{2} \right). \quad (3)$$

Следовательно, максимальная площадь избыточности покрытия для объекта контроля будет равна произведению избыточной площади – $S_{изб}$ на количество используемых датчиков – i .

Для анализа целесообразности использования сотовой модели покрытия используем коэффициент избыточности покрытия – отношение избыточной площади покрытия одного датчика к площади покрытия датчика входящего в состав плоскостной модели охраняемой зоны:

$$K_{изб} = \frac{R^2 \left(\pi - \frac{3\sqrt{3}}{2} \right)}{\pi R^2} \approx 0,17.$$

Полученные результаты показывают, что сотовое покрытие обеспечивает избыточность на 17%. Суммарная избыточность покрытия объекта контроля с учетом зоны отчуждения [4] будет равна произведению коэффициента избыточности $K_{изб}$ на количество используемых датчиков – i .

Подход к анализу и оценке надежности систем безопасности объектов

При вторжении на охраняемый объект нарушителя нетрудно заметить, что ему придется пересечь несколько зон контроля. Плоскостная модель это предусматривает, в отличие от варианта защиты – охраняемого периметра [4], где преодолевается только линия (периметр) вокруг объекта.

Проведение декомпозиции проектной задачи на слои для ИСОБ и усовершенствовании ее в процессе эксплуатации возникает необходимость анализа надежности каждого слоя в отдельности так и всей предлагаемой модели.

Для коррекции показателя вероятности обна-

жения событий (ВОС) потребуется введение в схему покрытия объекта дополнительных элементов – слоев и датчиков. Компенсацию влияния размещения и характеристик датчиков возможно изменить введением дополнительного (дублированного) слоя – зоны покрытия.

При этом вводятся допущения:

- система контроля является невосстанавливаемой (поврежденной);
- контроль работоспособности датчиков не обеспечивает абсолютной достоверности (воздействие физических факторов).

В указанных вариантах в качестве дублирующей, целесообразно использование видео и аудио подсистемы дополнительного контроля. Между оценкой сигналов датчиков о ВОС и видеомониторингом имеются отличия. Главное из них в том, что ИСОБ связана с мгновенной регистрацией изображения в момент подачи из зоны контроля сигнала датчика для определения его ложности или истинности. К таким системам наблюдения относятся средства сбора видеoinформации при участии датчиков соответствующих зон контроля и без них.

Основной принцип обеспечения безопасности заключается в том, что ВОС не будет полной без оценки сигналов датчиков. Предпочтительный подход заключается в использовании видеокamer, особенно в тех случаях, когда необходима мгновенная реакция на события.

Дублирующая система оценки тревоги может интегрироваться в действующую структуру сбора сигналов датчиков или функционировать автономно в зависимости от поставленных задач обеспечения надежности и затратных условий и содержит такие основные компоненты:

- камеры видеонаблюдения (аналоговые, цифровые, IP и др.) в зависимости используемых точек доступа;

- системы оповещения, для включения (при необходимости) равномерной подсветки зоны контроля, от которой пришел сигнал тревоги;
- системы передачи, обеспечивающие удаленный доступ к ней;
- системы регистрации и видео-контроля информации, поступающей из охраняемой зоны;
- видеоконтроллеры для сопряжения системы датчиков зон контроля с системой оценки сигнала тревоги.

Подсистема оценки сигналов тревоги может проектироваться как элемент повышения (регулирования) вероятности обнаружения событий – ВОС, и применяться в зависимости от количественной и качественной оценки поставленных задач [5], а в целом, для полной характеристики охраняемого объекта должны использоваться модели линейного, плоскостного, объемного контроля, и каждая из них использоваться в зависимости от требований к надежности ИСОБ.

Заклучение

При создании интегрированных систем безопасности объектов, представленный вариант подхода к проектированию плоскостной архитектуры покрытия позволяет обеспечить эшелонированную систему преодоления нарушителем множества зон контроля – слоев. Использование элементов повышения эффективности ИСОБ, таких как избыточность покрытия, дополнительных датчиков, резервирование отказов отдельных компонентов позволяет проанализировать соотношение «гарантоспособность – затраты» и достичь заданных результатов.

Литература

1. Гарсия М. Проектирование и оценка систем физической защиты. – М.: Мир, 2003. – 386 с.
2. Коваленко Н.С. Анализ нижних звеньев интегрированных систем объектовой безопасности // Збірник наукових праць Харківського університету повітряних сил ім. І. Кожедуба – Х.:ХУПС, 2007. – Вип. 1 (13). – С. 60-62.
3. Бохан К.А., Коваленко Н.С., Киященко Ю.В. Анализ и разработка архитектуры интегрированных систем безопасности объектов со сложной инфраструктурой // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2006. – № 7. – С. 115-120.
4. Коваленко М.С., Харченко В.С. Конфігурування зон лінійного контролю в інтегрованих системах об'єктової безпеки // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Вип. 57. – Х.:ХНТУСГ, 2007. – С. 209-212.
5. Коваленко Н.С. Выбор вариантов анализа и оценки живучести и надежности интегрированных систем безопасности объектов со сложной инфраструктурой // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2007. – № 8. – С. 118-120.
6. Давид А. Форсайт, Джин Понс Компьютерное зрение. Современный поход. – М.: Вильямс, 2004. – 928 с.

Поступила в редакцию 18.02.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф., В.М. Илюшко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.