

УДК 681.3.07

Н.С. КОВАЛЕНКО¹, А.Н. КОВАЛЕНКО²¹ *Бердянський державний педагогічний університет, Україна*² *Національний аерокосмічний університет ім. Н.Е. Жуковського «ХАІ», Україна*

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ РАЗРАБОТКИ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ ОХРАНЫ СО СЛОЖНОЙ СТРУКТУРОЙ

Приведен аналітичний огляд моделей і методів розробки інтегрованих систем об'єктовий безпеки со складної геоінформаційної структурою. Розглянуті базові елементи геометричної конфігурації об'єктів для розробки моделей розміщення датчиків контролю. Для об'ємних структур об'єктів пропонується варіант використання методу просторового кодування інформації. Даний метод дає можливість отримання інформації як о контурі, так і о рельєфі досліджуваного тривимірного об'єкта. Приведена методика вибору варіантів оптимального покриття території контролю з використанням об'ємних датчиків-відеокамер. Відзначено переваги використання відеокамер по порівнянню з іншими датчиками.

Ключевые слова: геоінформаційні системи, слої, інтегровані системи охорони, розміри зони контролю, відеокамери.

Введение

Актуальность статьи объясняется тем, что вопросы безопасности являются важной частью процесса внедрения новых информационных технологий во все сферы деятельности общества. Широкомасштабное использование вычислительной техники и телекоммуникационных систем в рамках территориально-распределенных информационных систем и объектов, переход на их основе к непрерывным ИТ-технологиям, увеличение объемов функций и предоставляемых услуг субъектами безопасности приводят к качественно новым возможностям несанкционированного доступа к различным ресурсам. В то же время дают возможность им противодействовать, используя новейшие достижения информационных технологий.

Следует выделить проблемы обеспечения защиты (охраны) объектов государственной и других форм собственности. Таким образом, актуальной научной задачей является разработка моделей, методов и элементов информационной технологии поддержки создания автоматизированных систем охраны (АСО) с требуемыми параметрами функциональности и надежности.

Реализация указанных задач по предотвращению угроз несанкционированных действий заключается в построении интегрированных систем объектовой безопасности (ИСОБ), объединяющих различные подсистемы и представляющих собой автоматизированные системы управления объектовой безопасностью [1].

1. Анализ разработки моделей ИСОБ

Принцип разработки математических моделей вышеуказанных систем должен учитывать, что 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[2,4]. В общем случае слой, это совокупность однотипных (одной мерности) пространственных объектов, относящихся к одному классу объектов в пределах заданной территории и системе координат, общих для набора слоев (1,2...n), (рис. 1).

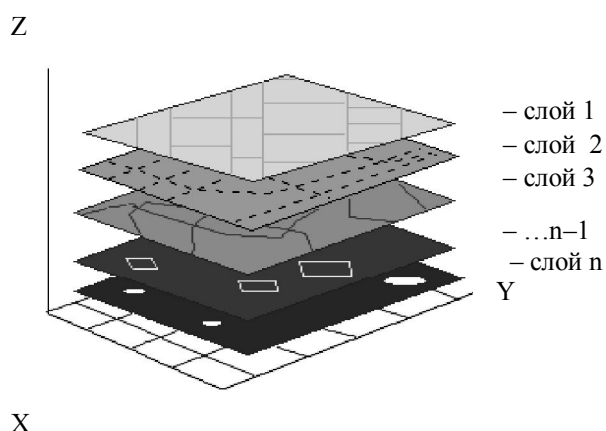


Рис. 1. Модель расположения слоев для анализа объектов

Каждый слой охраняемого объекта можно представить как семейство геометрических примитивов с определенными координатами вершин, которые могут исчисляться в любой системе координат. Геометрические примитивы в разных геоинформационных системах (ГИС) различаются, но базовыми являются, уже известные, точка, линия, дуга, плоскость (полигон). Расположение точечного объекта можно описать парой координат (x, y) или угловых (r, a) . Такие объекты, как периметр охраняемой территории, ЛЭП, водопровод, железная дорога описываются набором координат $(x_1, y_2; \dots; x_n, y_n)$ [2]. Плоскостные объекты типа водных бассейнов, сельхозугодий или других территорий субъектов безопасности представляются в виде замкнутого набора координат $(x_1, y_1; \dots; x_n, y_n; x_1, y_1)$ [4], (рис. 2).

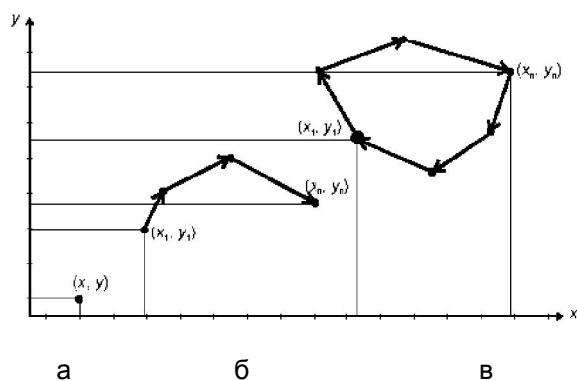


Рис. 2. Использование векторной модели для описания объектов:

а – точечный; б – линейный; в – плоскостной

2. Метод представления информации о трехмерном объекте

Применительно к задачам контроля объектов, которые являются разновидностью проблемы распознавания образов, заслуживают внимания методы пространственного кодирования информации с помощью решетчатых структур [3]. Суть этих методов состоит в получении плоского изображения, являющегося топографической картой (топограммой) поверхности контролируемого объекта. Линии на такой топограмме, называемые линиями равного уровня, – это контуры сечения поверхности объекта плоскостями (слоями). В результате топограмма несет в себе информацию как о конфигурации, так и о рельефе его поверхности. Такая трансформация структуры распознаваемого объекта, обусловленная особенностями его формы, обеспечивает высокую информативность изображения при градиционной его простоте – например: две градации (светлое и темное).

Любой трехмерный объект в пространстве ха-

рактеризуется параметрами, такими как поверхность $O(x, y, z)^0$, представленной функцией контура $C(x, y)$ и рельефа $Z = f(x, y)$, описывающегося через высоту Z точек M поверхности объекта (рис. 3).

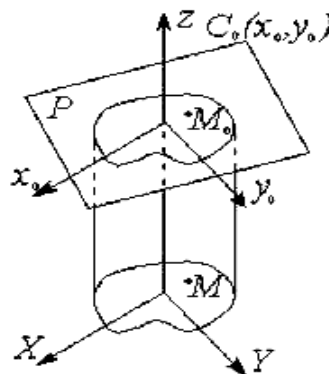


Рис. 3. Геометрическое представление трехмерного объекта

Рассмотрим этот объект в направлении оси OZ . Тогда в нем можно выделить контурную и рельефную части. Контур объекта, наблюдаемого в направлении оси OZ , определим как проекцию поверхности $O(x, y, z)$ на плоскость P , перпендикулярную к оси OZ . Обозначим его в виде функции $C(x_0, y_0)$, которая представляет собой замкнутую линию в плоскости P . При условии, что:

$$C(x_0, y_0) = \begin{cases} 1 & \text{для области внутри контура,} \\ 0 & \text{вне области контура.} \end{cases}$$

Рельеф объекта представим как функцию высоты Z точки M поверхности $O(x, y, z)$ т. е: $Z = f(x, y)$.

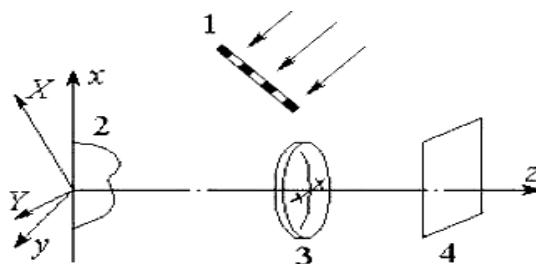


Рис. 4. Схема пространственного кодирования информации с помощью регулярной двумерной структуры
1 – решетка; 2 – трехмерный объект; 3 – оптическая система; 4 – плоскость регистрации изображения

При освещении объекта в соответствии с рис. 4 распределение света на выходе решетки имеет вид:

$$E_0(X) = \text{rect}(X/b) \text{comb}(X/2b), \quad (1)$$

где X – координата, связанная с системой освещения;

b – ширина решетки освещения;

$2b$ – период решетки освещения;

$\text{comb}(x)$ – гребенчатая функция;

$\text{rect}(x)$ – прямоугольная функция.

Система координат освещения (X, Y, Z) связана с системой координат наблюдения (x, y, z) соотношением:

$$X = x \cos \alpha + z \sin \alpha \quad (2)$$

выражение (1) можно записать:

$$E_0(x, z) = \text{rect}\left(\frac{x \cos \alpha + z \sin \alpha}{b}\right) \cdot \text{comb}\left(\frac{x \cos \alpha + z \sin \alpha}{2b}\right) \quad (3)$$

Если теперь в плоскость наблюдения поместить оптический носитель информации, то его амплитудное пропускание будет описываться выражением:

$$t(x', y') = C(x', y') \cdot \bar{E}(x', y') \cdot E_0(x, z), \quad (4)$$

где x', y' – система координат в плоскости носителя информации;

$\bar{E}(x', y')$ – освещенность объекта без кодирования.

Примем упрощения: $x' \equiv x$; $y' \equiv y$

Также примем, что освещенность E однородна внутри контура и равна 1, а также отметим [3], что:

$$\text{rect}\left(\frac{X}{b}\right) \text{comb}\left(\frac{X}{2b}\right) = \sum_{n=-N}^N a_n \exp\left(\frac{\pi n}{b} X\right), \quad (5)$$

где N – число щелей в решетке;

a_n – коэффициенты ряда Фурье.

Подставив (5) в (4), окончательно получим:

$$t(x, y) = C(x, y) \sum_n a_n \exp\left(\frac{\pi n}{b} x \cos \alpha\right) \left\{ \exp\left[\frac{\pi n}{b} f(x, y) \sin \alpha\right] \right\} \quad (6)$$

Из анализа выражения (6) видно, что изображение содержит в себе информацию как о контуре, так и о рельефе исследуемого трехмерного объекта.

3. Пример расчета покрытия территории контроля

Размещение датчиков в слое и слоях друг относительно друга зависит от зоны охвата используемых датчиков, форма которых имеет вид – круговой, секторный, линейный. Особое внимание заслуживает сотовая конфигурация покрытия площади объекта контроля, где в качестве датчиков оптимальным является применение видеокамер [1, 4].

Правильный выбор камер является принципиально самым важным моментом в проектировании нижних звеньев системы, так как именно характеристиками камер определяются, в конечном счете, показатели эффективности и надежности ИСОБ в

целом, а также ее стоимость.

Предлагается решение задачи расчета оптимального покрытия территории контроля следующим методом. Размер зоны покрытия – это размеры и расстояние до объекта наблюдения. Если зоны покрытия определены и данные видеокамер известны, а они приведены в технических характеристиках, то необходимое фокусное расстояние камеры вычисляется тривиально по следующим формулам:

$$f = v \cdot S / V; \text{ или } f = h \cdot S / H, \quad (7)$$

где f – фокусное расстояние объектива камеры, мм;

v – вертикальный размер матрицы камеры, мм;

h – горизонтальный размер матрицы камеры, мм;

S – расстояние до объекта, м;

V – вертикальный размер объекта, м;

H – горизонтальный размер объекта, м.

Таблица 1
Определения размера ПЗС-матрицы

Размер матрицы		
Формат матрицы	1/3"	1/4"
вертикальный размер, мм	3,6	2,4
горизонтальный размер, мм	4,8	3,2

Например: Необходимо с расстояния 25 м наблюдать за фасадом здания длиной 15 м. Тогда для видеокамеры с матрицей 1/3" из таблицы 1. получим: $f = 4,8 \cdot 25 / 15 = 7,99$ мм. Следовательно, выбираем камеру с объективом фокусное расстояние $f = 8$ мм.

В общем случае геометрическими размерами зоны определяется угол зрения камеры. В охране транспортных проходных, помещений, открытых площадок применяются широкоугольные камеры с углом зрения 60...90° либо камеры с меньшими углами зрения, устанавливаемые на поворотных платформах. В охране периметров используются камеры с малыми углами зрения. Угол зрения камеры по горизонтали а можно определить по формуле:

$$\alpha = \arctg\left(\frac{h}{2f}\right), \quad (8)$$

где h – размер матрицы по горизонтали, мм;

f – фокусное расстояние объектива, мм.

Если в соответствии с геометрическими размерами зоны уже выбран требуемый угол зрения камеры, то минимальная высота объекта H (детали объекта), который требуется различать, (мм), определяется по формуле:

$$H = \frac{1}{R} 150 S \text{ tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right), \quad (9)$$

где S – расстояние от камеры до объекта, м;

R – разрешающая способность камеры, ТВ-линий;
а – угол зрения объектива камеры.

Заключення

При разработке математических моделей ИСОБ необходимо учитывать, что векторная модель наиболее пригодна для описания отдельных объектов и менее всего подходит для отражения непрерывно изменяющихся геометрических параметров и процессов на объекте охраны. Показана возможность и перспективность использования метода пространственного кодирования информации для решения задач автоматического распознавания трехмерных объектов со сложной формой поверхности.

Предложено методы расчета размещения датчиков контроля в заданной зоне. При большом количестве зон контроля для уменьшения времени выбора видеокамер процесс требует автоматизации, т.е. применения специальных инструментальных средств, (которые разработаны и апробируются автором статьи).

Литература

1. Магауенов Р.Г. Системы охранной сигнализации: основы теории и принципы построения / Р.Г. Магауенов. – М.: Горячая линия. – Телеком, 2008. – 496 с.
2. Коваленко М.С., Харченко В.С. Конфігурування зон лінійного контролю в інтегрованих системах об'єктовій безпеки / Коваленко М.С., Харченко В.С. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Випуск 57, Том 2. – Х.: ХНТУСГ, 2007. – С. 209-212.
3. Will P.M., Pennington K.S. Grid Coding: A novel technologue for image processing / P.M. Will, K.S. Pennington // Proc. IEEE, 1972. – Vol. 60. – № 6. – P. 669-680.
4. Коваленко Н.С., Остафійчук П.В. Разработка математической модели размещения датчиков в пределах зон плоскостного контроля для интегрированных систем объектовой безопасности / Н.С. Коваленко, П.В. Остафійчук // Радиоэлектронные и компьютерные системы. – 2008. – №7(34). – С. 76-79.

Поступила в редакцию 23.02.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф., зав. кафедры проектирования радиоэлектронных систем В.М. Илюшко, Харьковский национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.Жуковского «ХАИ», Харьков.

МОДЕЛІ І МЕТОДИ РОЗРОБКИ ІНТЕГРОВАНІХ СИСТЕМ ОХОРОНИ ЗІ СКЛАДНОЮ СТРУКТУРОЮ

М.С. Коваленко, А.М. Коваленко

Проведено аналітичний огляд моделей і методів розробки інтегрованих систем об'єктовій безпеки зі складною геоінформаційною структурою. Розглянуто базові елементи геометричної конфігурації об'єктів для розробки моделей розміщення датчиків контролю. Для об'ємних структур об'єктів запропоновано варіант використання методу просторового кодування інформації. Даний метод дає можливість одержання інформації як про контур, так і про рельєф досліджуваного тривимірного об'єкту. Приведена методика вибору варіантів оптимального покриття території контролю з використанням об'ємних датчиків-відеокамер. Відзначені переваги використання відеокамер в порівнянні з іншими датчиками.

Ключові слова: геоінформаційні системи, шари, інтегровані системи охорони, розміри зони контролю, відеокамери.

MODELS AND METHODS OF DEVELOPMENT COMPUTER-INTEGRATED SYSTEMS OF GUARD WITH DIFFICULT STRUCTURE

N.S. Kovalenko, A.N. Kovalenko

In this work the state-of-the-art review of models and methods of development the computer-integrated systems of objective safety with a difficult geoinformation structure is described. The base elements of geometrical configuration of objects for development models of placing of control sensors are considered. The variant of using of the spatial information encoding method is offered for volume structures of objects. This method is given possibility to receipt the information about both a contour and about relief of the probed three-dimensional object. The method of choice variants of optimum coverage of controlled territory with using of volume video sensors-cameras is resulted. As compared to other sensors advantages of using of video cameras are marked.

Key words: geoinformation systems, layers, guard computer-integrated systems, control area sizes, video cameras.

Коваленко Николай Сергеевич – ст. преподаватель кафедры обработки и защиты информации Бердянского государственного педагогического университета, Бердянск, Украина, e-mail:Kovalenko_NS@ukr.net.

Коваленко Артем Николаевич – студент 6 курса кафедры компьютерных систем и сетей Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.