

## ОСОБЕННОСТИ ПОИСКА РЕПЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ВИДОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АПРИОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ

В.И. Присяжный<sup>1</sup>, В.А. Подлипаев<sup>1</sup>, Г.В. Худов<sup>2</sup>, В.В. Андронов<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup>в/ч А0515, <sup>2</sup>Харьковский университет Воздушных Сил)

*В работе рассмотрены особенности поиска реперных объектов на видовых изображениях с использованием априорной информации о местоположении реперных объектов. Проведена оценка выигрыша во времени поиска за счет учета априорной информации.*

***реперные объекты, видовые изображения, априорная информация***

**Общая постановка проблемы.** В настоящее время для привязки изображений используются реперные объекты [1 – 3]. Однако поиск и обнаружение реперных объектов на видовых изображениях занимает значительное время [2, 3]. В статье с целью снижения времени поиска и обнаружения реперных объектов предлагается использовать априорную информацию о местоположении реперных объектов.

**Анализ последних достижений и публикаций.** В работах [1, 2] приведена методика выбора реперных объектов на видовых изображениях, которая заключается в следующем:

- на видовом изображении отыскиваются участки с максимальной шириной спектра и устойчивым изображением;
- среди выбранных участков находится наиболее яркий (имеющий наибольший энергетический контраст);
- производится селекция участков изображения по критерию совместного выполнения двух условий (широкополосности и яркости);
- принимается найденный участок за реперный объект.

Однако расчеты и результаты натуральных экспериментов, проведенные в [2, 3] показали, что время, затрачиваемое на поиск и обнаружение реперных объектов в соответствие с разработанной методикой значительно и в некоторых случаях не удовлетворяет требованиям оперативности [4, 5]. В работах [2, 3] в качестве путей сокращения времени поиска и обнаружения реперных объектов предлагается использование специальных процессоров и быстрого преобразования Фурье.

**Цель статьи.** Сокращение времени поиска и обнаружения реперных объектов за счет использования априорной информации о местоположении реперных объектов.

**Постановка задачи и изложение материалов исследований.** Теоретические основы совместного поиска и обнаружения объектов, в том числе и реперных, наиболее полно рассмотрены в работах [6 – 8]. В указанных работах синтезировано оптимальное решающее правило совместного поиска и обнаружения объектов, введена текущая зона обзора  $\Omega(t)$  в общей зоне обзора  $\Omega$  (соотношение текущей зоны обзора в общей зоне обзора показано на рис. 1).

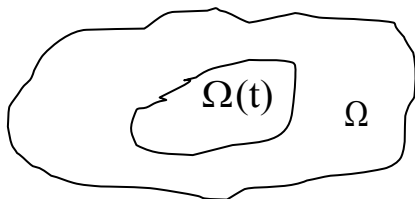


Рис. 1. Соотношение текущей зоны обзора  $\Omega(t)$  и зоны обзора  $\Omega$

В работах [6 – 8] синтезирован наглядный графический способ построения текущей зоны обзора  $\Omega(t)$  (рис. 2).

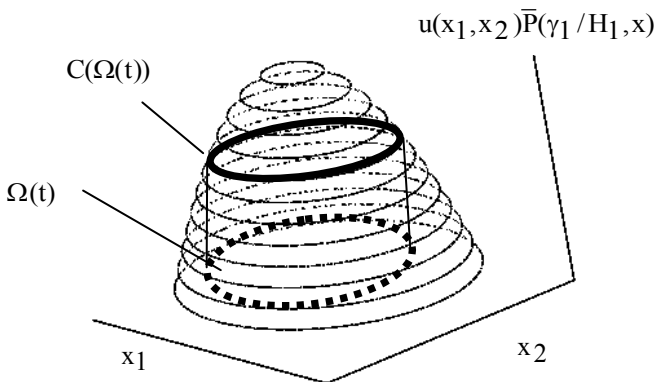


Рис. 2. Графический способ построения текущей зоны обзора  $\Omega(t)$

Сначала находится сечение на постоянном уровне  $C$  априорной плотности вероятности  $u(x_1, x_2)$ , умноженной на условную вероятность

необнаружения объекта  $e^{-\int_0^t \lambda(x, \tau) d\tau}$ . Затем находится проекция найденного сечения на координатную плоскость  $x = (x_1, x_2)$ . Граница проекции и представляет собой искомую текущую зону обзора  $\Omega(t)$ .

Аналитическую зависимость меры текущей области  $\Omega(t)$  от време-

ни  $t$  можно найти в результате решения известного дифференциального уравнения Аркина [6 – 8]

$$\frac{dz}{dt} = -\frac{C(z)L(t)}{zC'(z)},$$

где  $z = m(\Omega(t))$  – мера текущей области  $\Omega(t)$ ;  $C'(z) = \frac{dC(z)}{dz}$ .

Предполагается, что максимум  $u(x_1, x_2)$  находится в начале координат.

Таким образом, процесс формирования текущей зоны обзора  $\Omega(t)$  выглядит следующим образом [6, 7]. В начальный момент времени  $t = 0$  формируется плоскость, параллельная координатной плоскости и проходящая через вершину априорной плотности вероятности  $u(x_1, x_2)$  (рис. 2). Затем с течением времени сформированная плоскость постепенно с некоторой скоростью [6, 7] опускается к началу координат. В каждый момент времени формируется сечение  $C(z(t))$ . Границы области  $C(z(t))$  проектируются на координатную плоскость и определяют текущую зону обзора  $\Omega(t)$  (рис. 2).

В работе [8] показано, что за счет использования априорной информации о местонахождении реперного объекта на видовом изображении площадь поиска может быть сокращена в  $k_z$  раз

$$k_z = \sqrt{\frac{\dot{s}T}{2\pi\sigma^2}}, \quad (1)$$

где  $\dot{s}T = m(\Omega)$  и  $2\pi\sigma^2$  – площадь всего видового изображения и текущей зоны обзора при заданном априорном нормальном законе с дисперсией  $\sigma^2$  законе распределения местоположения реперного объекта.

Соотношение (1) иллюстрируются рис. 3.

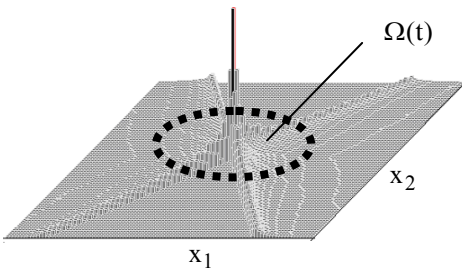


Рис. 3. Текущая зона обзора на видовом изображении при поиске реперных объектов

**Выводы и направления дальнейших исследований.** Таким образом, для уменьшения времени поиска реперного объекта на видовом изображении целесообразно переходить к обработке изображений на специальных процессорах, вместо дискретного преобразования

Фурье использовать быстрое преобразование Фурье и уменьшить пло-

щадь поиска реперного объекта за счет учета априорной информации о его местонахождении. При этом требования к величине времени поиска реперного объекта могут быть снижены во столько же раз, во сколько снижается величина, равная корню квадратному от отношения заданной площади всего видового изображения к эффективной по априорному закону распределения площади априорного местонахождения реперного объекта.

В дальнейших исследованиях необходимо оценить выигрыш, который дает учет априорной информации при совместном поиске и обнаружении объектов в радиолокационных и радиотехнических системах наблюдения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Худов Г.В., Бутко И.Н., Маковейчук А.Н. Теоретическое обоснование методики выбора реперных объектов на видовых изображениях // *Авиационно-космическая техника и технология*. – Х.: НАУ «ХАИ». – 2005. – Вып. 2. – С. 92 – 94.
2. Бутко И.Н., Маковейчук А.Н. Спектральный и корреляционный анализ широкополосных участков видовых изображений для решения задач совместного поиска и обнаружения реперных объектов // *Модельювання та інформаційні технології*. – К.: НАНУ, ИПМЕ. – 2003. – Вып. 22. – С. 44 – 48.
3. Голкин Д.В., Худов Г.В., Бутко И.М. Порівняльна оцінка кореляційних функцій широкополосних ділянок видових зображень і традиційних реперних об'єктів // *Зб. наук. праць*. – Х.: ОНДІ ЗС. – 2005. – Вып. 1 (1). – С. 127 – 135.
4. Карпович И.Н. Военное дешифрирование аэроснимков. – М.: Воениздат, 1990. – 544 с.
5. Аерокосмічна розвідка в локальних війнах сучасності. Досвід, проблемні питання і тенденції / Л.М. Артюшин, С.П. Мосов, Д.В. П'яковський, В.Б. Толубко. – К.: НАОУ, ЖВІРЕ. – 2002. – 207 с.
6. Голкин Д.В., Худов Г.В. Совместная байесовская оптимизация поиска и обнаружения объектов в радиолокационных системах // *Успехи современной радиоэлектроники*. – М., 2003. – № 11. – С. 23 – 32.
7. Голкин Д.В., Худов Г.В. Совместная байесовская оптимизация поиска и обнаружения объектов в космических радиолокационных системах дистанционного зондирования // *Космічна наука і технологія*. – К., 2003. – Т. 9, № 4. – С. 84 – 93.
8. Пат 71735 А України, МКИ G01S13/04. Спосіб сумісного пошуку і виявлення радіолокаційних об'єктів: пат. 71735 А України, МКИ G01S13/04 / Д.В. Голкин, Г.В. Худов, В.М. Коновалов, М.С. Пастушенко (Харківський військовий університет). – Заявл. 17.11.2003; Опубл. 15.12.2004. Бюл. № 12.

Поступила 29.08.2005

**Рецензент:** доктор технических наук, профессор Д.В. Голкин,  
Харьковский университет Воздушных Сил.