

СТРОЦЕВ А. А., ИВАЩЕНКО И. Л.

СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ МНОГОПОЗИЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ ПРИ ПОИСКЕ ГРУППЫ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Рассмотрена ситуация поиска нескольких динамических объектов многопозиционной поисковой системой. На основе применения траекторного подхода к распределению поисковых усилий и применения обобщенного эквивалентного критерия вероятности необнаружения объектов построен потоковый алгоритм управления многопозиционной информационной системой. Приведен пример поиска двух целей трехпозиционной угломерно-дальномерной информационной системой.

Логическим обобщением общей теории поиска одиночных объектов, является теория поиска группы объектов. Однако, в основных монографиях по теории поиска [1–3] этим вопросам уделено крайне мало внимания. В частности в [2] поиск группы объектов вообще не рассмотрен, а в [1] определен только один из возможных критериев оптимальности в такой ситуации — математическое ожидание числа обнаруженных объектов. Приводится общее выражение этого критерия через функцию интенсивности поиска. Больше внимание поиску группы объектов уделено в монографии [3]. Однако и здесь, опираясь на [4, 5], рассматривается непрерывный и дискретный поиск нескольких стационарных объектов. Причем вводятся существенные ограничивающие требования на исходную информацию, например, требуется знание функций вероятности необнаружения i -го объекта (объекта i -го типа) при условии, что объект находится в точке $z \in \Omega$. Однако проблема определения таких функций достаточно сложна сама по себе, что и отмечено в [3].

В радиолокационном поиске при максимизации вероятности получения истинной отметки для одиночной РЛС аппарат построения адаптивного поиска [6–8] индифферентен к числу искомых динамических объектов (ДО): в случае группы ДО под плотностью распределения положения цели понимается совместная плотность распределения координат группы ДО. При этом искомое оптимальное управление представляет собой отношение энергии сигнала к спектральной плотности шума. Однако этот подход имеет те же недостатки,

как и в случае поиска одиночных объектов: аргументом соответствующих функций является измеряемый параметр, определяющий элемент разрешения одиночного поискового пункта (ПП) и область поиска задается на пространстве значений этого параметра. Поэтому применение такого подхода для оптимизации управления несколькими ПП при поиске ДО затруднено.

В [9–11] разработан траекторный подход к синтезу равномерно-оптимального управления поиском одиночного динамического объекта, позволяющий получать оптимальное управление отдельными ПП в составе МИС.

Таким образом, существующие подходы не позволяют решить задачу оптимального распределения поисковых ресурсов в случае поиска группы динамических объектов в МИС и ее решение на основе траекторного подхода к распределению поисковых усилий является актуальной задачей.

Отличительной особенностью поиска группы объектов является увеличение числа возможных критериев оптимальности. Наиболее распространенными из них являются: математическое ожидание количества обнаруженных объектов [1, 3] и вероятность обнаружения хотя бы одного объекта [3]. Кроме того, могут быть рассмотрены критерии в виде вероятности обнаружения заданного числа объектов (как обобщающий критерий вероятности обнаружения хотя бы одного объекта) и в форме взвешенной суммы вероятностей обнаружения объектов. Последний критерий является более предпочтительным, поскольку позволяет учесть относительную важность искомых объектов.

Рассмотрим ситуацию, в которой положение каждого k -го ($k = \overline{1, P_{\Pi}}$) нового ДО в области поиска Ω_k задается начальной плотностью распределения $u_k(z)$. Их движение описывается векторными дифференциальными уравнениями $\dot{z}_k = f_k(z_k, t)$, где $z_k, f_k \in R^n$, $f_k(z_k, t)$ — заданные функции, $t \in [t_0, T]$.

Полагается, что области поиска Ω_k , динамика целей и начальные плотности распределения положения целей $u_k(z)$ таковы, что для $t \in [t_0, T]$

$$\int_{\Omega_k} u_k(z, t) dz = 1. \quad (1)$$

Пусть уравнения поиска МИС соответствуют выражениям

$$Y_{jk}(t) = g_j(t)H_{jk}(z_k, t, \tilde{Z}_j) + Q_{jk}(\tilde{Z}_j, t)N_{jk}(t), \quad (2)$$

где $j = \overline{1, J_1}$, $t \in [t_0, T]$, $Y_{jk} \in R^{m_j}$, $H_{jk} \in R^{m_j}$, $Q_{jk} \in R^{m_j \times m_j}$, $\text{rang}(Q_{jk}) = m_{1j}$, $N_{jk} \in R^{m_j}$, $g_j(t) \in \Gamma = \{0, 1\}$, $\tilde{Z}_j \in R^n$, N_{jk} — вектор формирующих белых центрированных гауссовских шумов с единичными интенсивностями, Q_{jk} — известные диагональные матрицы интенсивностей, $\tilde{Z}_j(t)$ — траектория поиска