

УДК 621.396

СТРОЦЕВ А. А., ИВАЩЕНКО И. Л.

УСЛОВИЯ, БЛАГОПРИЯТСТВУЮЩИЕ ПОИСКУ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ МНОГОПОЗИЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ

На основе построения условий, благоприятствующих успешному поиску, проведен анализ ситуации поиска динамического объекта многопозиционной информационной системой. Получены условия, характеризующие как возможность концентрации поисковых усилий в областях наибольшей вероятности положения искомого объекта, так и возможность определения измеряемых параметров.

В различных областях теории управления при построении научно-методического аппарата и его практическом применении часто рассматриваются некоторые общие положения, которые помогают не только построить удобные в практическом применении алгоритмы, но и пояснить логику их получения и функционирования. При этом построения могут носить характер иллюстраций, а не строгих доказательств. Так, например, в теории фильтрации при выборе датчиков измерительных систем и алгоритмов оценивания большое значение имеет специальный вид наблюдаемости, который получил название условия, благоприятствующего точному оцениванию [1, 2].

Перспективным направлением применения теории условных марковских процессов является поиск динамических объектов (ДО) многопозиционными информационными системами (МИС). В частности, в [3] предложена новая модель распределения поисковых усилий в виде траекторий поиска, позволяющая в отличие от стратегий поиска, рассматриваемых как плотности поиска [4], формировать управление отдельными поисковыми пунктами (ПП) вхо-

дящими в состав МИС. Для неподвижного одиночного объекта получен вид эквивалентного критерия вероятности его необнаружения к заданному моменту времени. В [5, 6] этот подход распространен на случай, когда движение объекта поиска является условно детерминированным и стохастическим. Следовательно, в [3, 5, 6] заложены теоретические основы траекторного поиска динамических объектов. Однако для дальнейшего развития этого направления требуется получение общих положений, позволяющих на их основе провести анализ разработанных алгоритмов и определить пути их совершенствования.

В качестве одних из таких общих положений, как и в случае оптимальной нелинейной фильтрации, можно представить условия, благоприятствующие успешному поиску. Таким образом, вывод этих условий является актуальной задачей.

Рассмотрим МИС, состоящую из J поисковых пунктов, осуществляющих непрерывный поиск. Уравнения поиска ПП представлены уравнениями $Y_j(t) = H_j(z, t, \tilde{Z}_j) + Q_j(\tilde{Z}_j, t)N_j(t)$, где $j = \overline{1, J}$, $t \in [t_0, T]$, $Y_j \in R^{m_j}$, $H_j \in R^{m_j}$, $Q_j \in R^{m_j \times m_j}$, $\text{rang}(Q_j) = m_{1j}$, $N_{jk} \in R^{m_j}$, $\tilde{Z}_j \in R^n$, N_j — вектор формирующих белых центрированных гауссовских шумов с единичными интенсивностями, Q_j — известные диагональные матрицы интенсивностей, $\tilde{Z}_j(t)$ — траектория поиска j -го ПП, причем $\tilde{Z}_j(t) \in \tilde{Z}_j^{\text{доп}}$, $j = \overline{1, J}$, где $\tilde{Z}_j^{\text{доп}}$ — допустимое множество значений вектора, задающего траекторию поиска j -го ПП, $\tilde{Z}_j(t), \tilde{Z}_j^{\text{доп}} \in R^n$.

Функции $H_j(z, t, \tilde{Z}_j)$ полагаются непрерывными и известными. Они характеризуют состав измеряемых параметров и зависимость их значений от траектории поиска и положения цели.

Положение искомого ДО в области поиска Ω задается начальной плотностью распределения $u(z, t_0) = u(z)$, а движение описывается векторным дифференциальным уравнением $\dot{z} = f(z, t) + G(z)N(t)$, где $z, f \in R^n$, $f(z, t)$ — заданная векторная функция, $t \in [t_0, T]$.

Полагается, что область поиска Ω , динамика ДО и начальная плотность распределения положения ДО $u(z)$ таковы, что для $t \in [t_0, T]$

$$\int_{\Omega} u(z, t) dz = 1 - \varepsilon, \quad (1)$$

где ε — бесконечно малая величина.

Если технические ограничения на возможности распределения поисковых усилий не рассматриваются, можно положить $\tilde{Z}_j^{\text{доп}} \equiv \Omega$, $j = \overline{1, J}$.

В качестве критерия успешности поиска рассмотрим эквивалентный критерий вероятности необнаружения ДО к моменту окончания поиска: