Вторичная (траекторная) обработка информации

Обнаружение (автозахват)

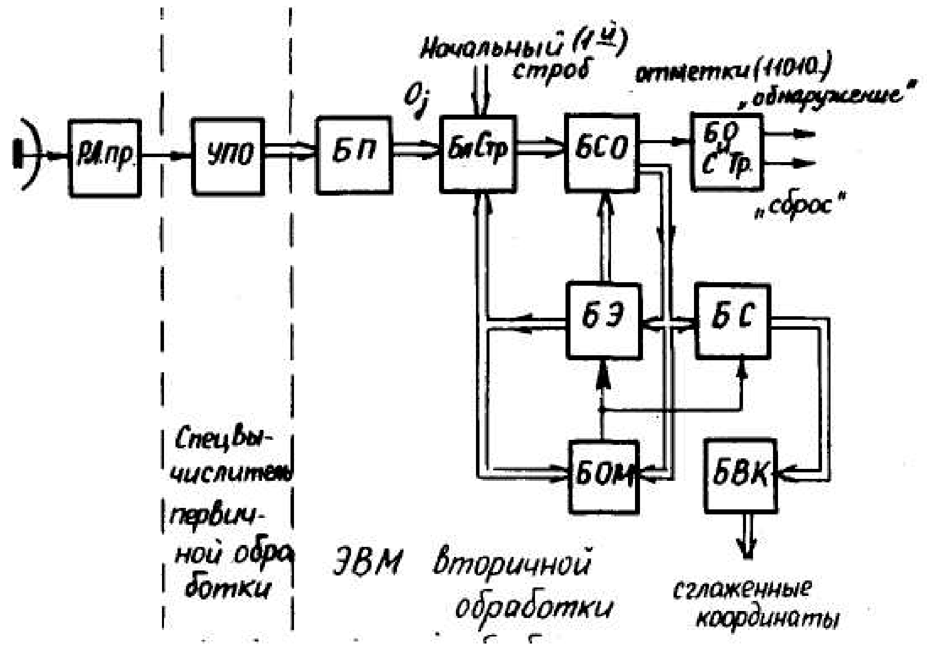
траекторий целей

2) Сглаживание и экстраполяция

координат и параметров движения

— стробирование, обнаружение маневра

Структурная схема алгоритмов вторичной обработки



Модели движения цели

1. Полиномиальная - квазидетерминированная

$$x(t) = \sum_{i=0}^{m} \theta_i t^i$$

2. Со стационарными независимыми приращениями – стохастические:

$$\Delta x_k = x_k - x_{k-1} = T_0 v_k$$
$$\Delta v_k = v_k - v_{k-1} = T_0 a_k$$

3. Кусочно стационарная: участки прямолинейного равномерного движения чередуются участками маневрирования с тангенциальным ускорением до (0,8 ... 1,0)g_0 и виражами с нормальным ускорением маневра g_M = (5…8) g_0. При постоянной перегрузке $n_p = g_M/g_0$ радиус дуги на участке маневра равен

$$r_{M_{\min}} = \frac{V_M^2}{g_0\sqrt{n_p^2 - 1}},$$

Уравнения состояния: 1) динамические; 2) кинематические.

4. В общем случае кинематическое уравнение состояния

$$\frac{d\vartheta(t)}{dt} = f\left(\vartheta(t)\right) + b_n\left(\eta(t)\right) \qquad (1)$$

где $\vartheta(t)$ вектор параметров траектории цели; $f(\cdot)$ – известная вектор-функция; $b_n(\eta(t))$ — случайная вектор-функция, описывающая возмущения параметров траектории цели.

4а. При дискретном наблюдении и полиномиальной модели движения уравнение состояния

$$\vartheta[n] = \mathbf{\Phi}[n]\vartheta[n-1] + \mathbf{B}[n]\boldsymbol{\eta}[n], \qquad (2)$$

где: $\vartheta[n]$ – (s+1)-мерный вектор параметров траектории, представленной полиномом s-й степени, на n-м шаге наблюдения (в момент времени t_n); $\mathbf{\Phi}[n]$ — известная [(s+1)×(s+1)]-мерная переходная матрица:

$$\mathbf{\Phi}[n] = \begin{Vmatrix} 1 & T_n & T_n^2/2! & T_n^3/3! & \dots \\ 0 & 1 & T_n & T_n^2/2! & \dots \\ 0 & 0 & 1 & T_n & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{Vmatrix}; \qquad (3)$$

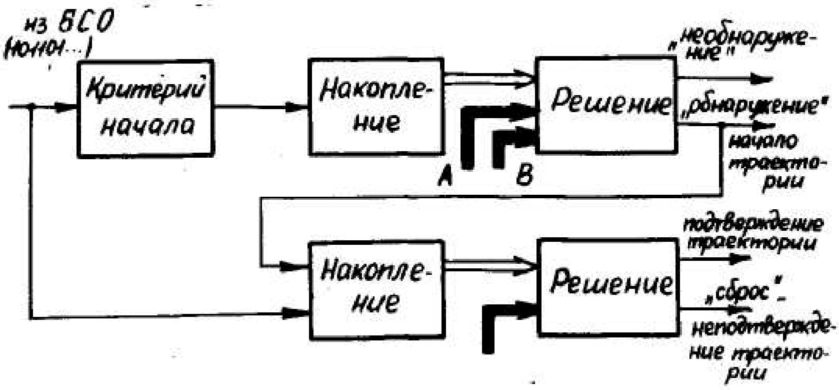
$T_n = t_n - t_{n-1}$,

t_n – момент последнего отсчета измеряемой координаты;

$\boldsymbol{\eta}[n]$ –вектор, характеризующий возмущения параметров траектории:

$\mathbf{B}[n]$ – известная матрица.

Структурная схема алгоритмов обнаружения и сброса траектории



Автозахват траектории

Отметки – совокупность координат:

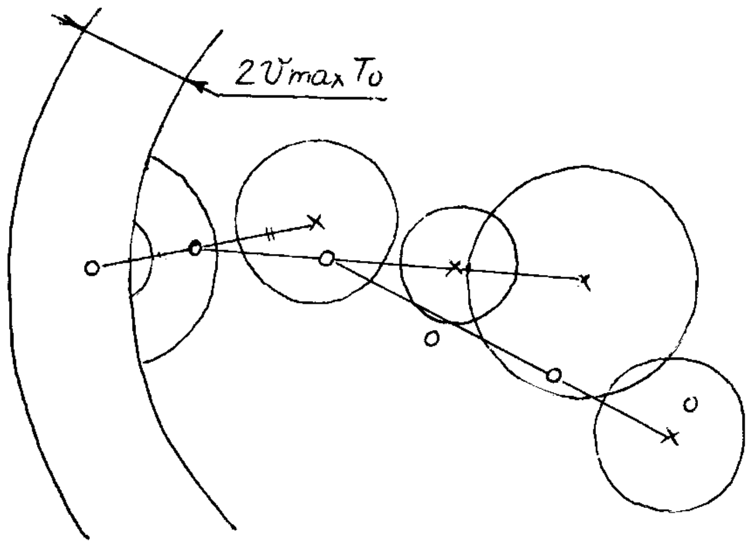
$$\vec{x}_1, \vec{x}_2, \ldots, \vec{x}_n, \quad \vec{x}_n = (x_n, y_n, z_n)$$

Стробирование: физическое и математическое

1. Траектории могут начинаться только в определенной области пространства.
2. Цель – материальный объект с ограниченными возможностями маневра.

$$v_{\min} \le v_{\text{ц}} \le v_{\max}, \quad |a_{\text{ц}}| \le a_{\max}$$

Формирование стробов



Критерии и алгоритмы автозахвата

$$\vec{d} = (d_1, d_2, \ldots, d_n)$$

$$d_i = \begin{cases} 1 \text{ - есть отметка в стробе} \\ 0 \text{ - нет отметки в стробе} \end{cases}$$

$$\Lambda(\vec{d}) \gtrless C \quad \text{— оптимальный}$$

$$P(d_i = 1 | H_1) = p_1; \quad P(d_i = 1 | H_0) = \pi_1$$

$$P(d_i = 0 | H_1) = p_0; \quad P(d_i = 0 | H_0) = \pi_0$$

$$\Lambda(\vec{d}) = \prod_{i=1}^{n} \left(\frac{P_1}{\pi_1}\right)^{d_i} \cdot \left(\frac{P_0}{\pi_0}\right)^{1-d_i} \gtrless C$$

$$\ln\Lambda = \sum_{i=1}^{n}\left[d_i \underbrace{\ln\frac{P_1}{\pi_1}}_{g_1} + (1-d_i)\underbrace{\ln\frac{P_0}{\pi_0}}_{g_0}\right] \gtrless C$$

1. Неймана – Пирсона

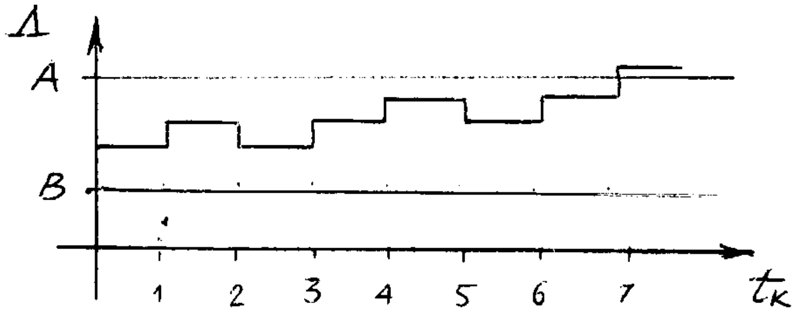
макс D_{A3} при $F_{A3} = const$

$\ln\Lambda(\vec{d}) \gtrless C$

2. Вальда – последовательный:

Минимальное среднее T_{A3} при заданных D_{A3} и F_{A3}

пороги $A = \dfrac{D_{A3}}{F_{A3}}$; $B = \dfrac{1 - D_{A3}}{1 - F_{A3}}$



2а. Усеченный Вальда

При k = n полагают B = A

3. k из n – типа последовательного анализа

Дополняют критерием завязки: L «единиц» подряд

4. k из n со сбросом

Сброс накопления – при *l* «нулях» подряд

Анализ алгоритмов автозахвата

Полагаем: в стробе - M элементов разрешения

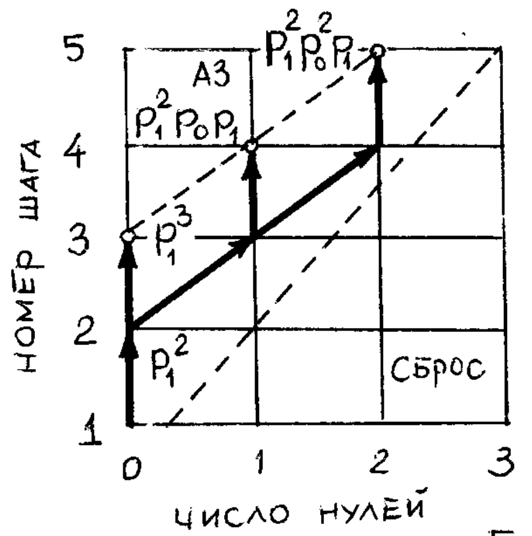
$$\pi_0 = (1-F)^M \approx 1 - MF \quad , \quad MF \ll 1$$

$$\pi_1 = 1 - \pi_0 = 1 - (1-F)^M \approx MF$$

$$P_0 = (1-D)(1-F)^{M-1} \approx (1-D)(1+F-MF)$$

$$P_1 = 1 - (1-D)(1-F)^{M-1}$$

Плоскость случайных блужданий



Критерий 3/5

завязка

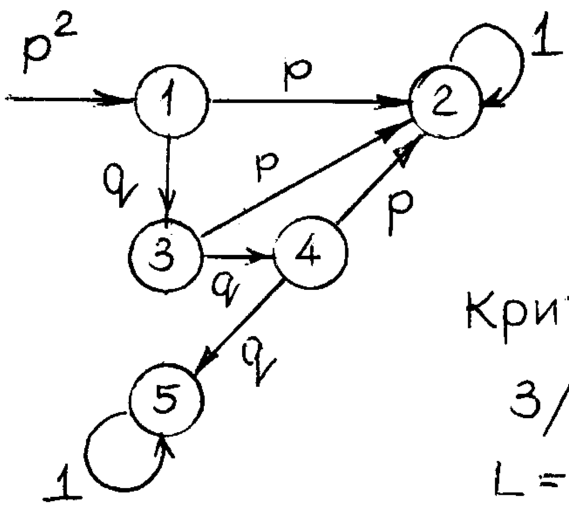
$L = 2$

$$D_{АЗ} = P_1^3 (1 + P_0 + P_0^2)$$

$$F_{АЗ} = \pi_1^3 (1 + \pi_0 + \pi_0^2)$$

Граф алгоритма автозахвата

$$P_1, \pi_1 \to p \quad ; \quad P_0, \pi_0 \to q$$



Критерий

3/5

$L = 2$

Матрица переходных вероятностей

$$\Pi^{T} = \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{array} & \\ \begin{bmatrix} 0 & p & q & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & p & 0 & q & 0 \\ 0 & p & 0 & 0 & q \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} & \begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{array} \end{array} \qquad \vec{Q}(1) = \begin{bmatrix} p^2 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1-p^2 \end{bmatrix}$$

$$\vec{Q}_i = \Pi^{i} \vec{Q}(1)$$

Среднее время до автозахвата

$$P_{A3}(i \mid A3) = \frac{P_{A3}(i)}{D_{A3}}$$

$$\overline{T}_{A3} = \sum_{i=K}^{n} i\, P_{A3}(i \mid A3) = \frac{1}{D_{A3}} \sum_{i=K}^{n} i\, P_{A3}(i)$$

Для критерия 3/5-3

$$\overline{T}_{A3} = \frac{1}{p_1^3 (1 + p_0 + p_0^2)} \times p_1^3 (3 + 4p_0 + 5p_0^2)$$