

ПРИМЕНЕНИЕ К-ЛУЧШИХ РЕШЕНИЙ АЛГОРИТМОВ НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ МНОГОГИПОТЕЗНОГО АЛГОРИТМА СОПРОВОЖДЕНИЯ ТРАЕКТОРИЙ

А.С. Солонар, А.А. Михалковский

Кафедра радиолокации и приемо-передающих устройств, Военная академия Республики Беларусь
Минск, Республика Беларусь
E-mail: mikh.tech@mail.ru

Рассмотрены особенности многогипотезного алгоритма сопровождения и один из способов регулирования числа гипотез для него.

Многогипотезный алгоритм сопровождения траекторий (Multiple Hypothesis Tracking – МНТ) был предложен Д.Б. Ридом в 1979 году [1]. Он имеет преимущество перед другими алгоритмами, так как способен работать в многоцеливой ситуации с применением помех. Первоначально алгоритм не получил широкого распространения из-за больших вычислительных затрат. С ростом производительности вычислительных средств алгоритм Рида все чаще находит применение.

На рис. 1 представлены основные этапы алгоритма [2]. Его работа начинается с поступления измерений (разовых отметок), для них рассчитываются стробы (строб – область пространства, в пределах которой ожидается появление отметки по траектории на следующем обзоре).

Каждая отметка, попавшая в строб траектории, может быть: продолжением траектории; отметкой от новой траектории или ложной. Проблема заключается в том, что невозможно принять решение о классе отметки за один обзор. Рид предложил продолжать все возможные гипотезы отождествления отметок и траекторий в течение обзора пространства. При этом ложные траектории будут естественным способом отсеиваться. Недостатком алгоритма является возможный неограниченный рост числа гипотез отождествления при условии наблюдений нескольких траекторий на фоне помех.

Одним из основных этапов многогипотезного алгоритма является этап формирование гипотез. На рис. 2 приведен пример формирования гипотез для двух пересекающихся траекторий [1, 2]. В строб для первой траектории попадает измерение с номером 1, эта же измерение попадает и во второй строб, для другой траектории. В строб второй траектории так же попадают измерение 2 и 3. Каждое измерение может быть продолжением сопровождаемой траектории, началом новой траектории или ложной отметкой. В этом случае можно сформировать 28 гипотез. На следующем обзоре от каждой гипотезы формируются новые гипотезы о продолжении траектории. И так от обзора к обзору. Это ведет к росту вычислительных затрат по экспоненциальному закону с одновременным ростом числа

гипотез. Если рост гипотез не ограничивать, то производительности современных вычислительных средств не хватит.

Для ограничения роста гипотез траекторий применяется алгоритм Мурти [3–5], с помощью которого на каждом обзоре можно выбрать k -лучших гипотез, за счет чего можно сократить вычислительные затраты.

Входными данными (см. рис. 3) для алгоритма Мурти является матрица размерностью $(k + 2m + 1) \times (m + 2k)$ (m – количество гипотез на предыдущем обзоре, k – количество измерений на текущем обзоре) [4]. Матрица формируется следующим образом: 1) по строкам откладываются измерения $(z(1), \dots, z(k))$ и ряды «заполнители» $(u(1), \dots, u(2m+1))$; 2) по столбцам откладываются предположения, что измерения: I) ложные $(f(1), \dots, f(k))$; II) принадлежат траекториям $(y(1), \dots, y(m))$; III) начало новых траектории $(n(1), \dots, n(k))$; IV) траекториям не принадлежит ни одно из измерений; 3) на пересечении предположений и измерений располагаются вероятности, например на пересечении строки $z(1)$ и колонки $y(1)$ располагается вероятность, что измерение $z(1)$ принадлежит траектории $y(1)$. Для ложных измерений и новых траекторий вероятность зависит от плотностей потоков λ_F и λ_D соответственно. Для предположения IV подключаются ряды «заполнители». В колонках $y(1), \dots, y(m)$ на пересечении с рядами $u(1), \dots, u(m)$ записывается соответственная вероятность q .

	f(1)	f(2)	f(3)	y(1)	y(2)	n(1)	n(2)	n(3)
z(1)	λ_F	∞	∞	0.5	0.7	λ_D	∞	∞
z(2)	∞	λ_F	∞	0.0	0.8	∞	λ_D	∞
z(3)	∞	∞	λ_F	0.0	0.6	∞	∞	λ_D
u(1)	0.0	0.0	0.0	q	∞	0.0	0.0	0.0
u(2)	:	\dots	:	:	q	:	\dots	:
u(3)	:	:	\dots	:	:	:	\dots	:
u(4)	:	\dots	:	:	:	:	\dots	:
u(5)	0.0	0.0	0.0	∞	∞	0.0	0.0	0.0

Рис. 1 – Пример входных данных для алгоритма Мурти

В основе алгоритма Мурти лежит последовательность действий: 1) находится оптимальное назначение измерений гипотезам при помощи одного из алгоритмов назначения (аукциона [6] или JV [7]); 2) в исходной матрице исключается строка и столбец которое в оптимальном решении имеют минимальную стоимость; 3) пункты 1 и 2 повторяются ровно k раз.

В докладе будут: представлены особенности математического аппарата многогипотезного алгоритма; даны рекомендации по применению алгоритмов JV и аукциона; подробно раскрыт алгоритм Мурти.

1. Reid, D.B. An algorithm for Tracking multiple targets / D.B. Reid // IEEE. – 1979. – Vol. AC-24, № 6. – P. 843 - 854.

2. Apolinar, M.R. Laser scan technology / M.R. Apolinar // Издательство – InTech, 2012. – 258 с.
 3. Cox, I.J. A review of statistical data association techniques for motion correspondence / I.J. Cox // International Journal of Computer Vision. – 1993. – Vol. 10, № 1. – P. 53-66.
 4. Miller, M.L. Optimizing Murty's ranked assignment method / M.L. Miller, H.S. Stone, I.J. Cox // IEEE. – 1997. – Vol. 33, № 3. – P. 851-862.
 5. Popp, R.L. m-best S-D assignment algorithm and multilevel parallelization / R.L. Popp, K. R. Pattipati, Y. Bar-Shalom // IEEE. – 1999. Vol. 35, № 4. – P. 1145-1160.
 6. Bertsekas, D. P. A distributed algorithm for the assignment problem / D. P. Bertsekas // Lab. for Information and Decision Systems Report, M.I.T., May 1979.
 7. Burkard, R. Assignment problems / R. Burkard, M. Dell'Amico, S. Martello // Издательство – Siam, 2008. – 382 с.

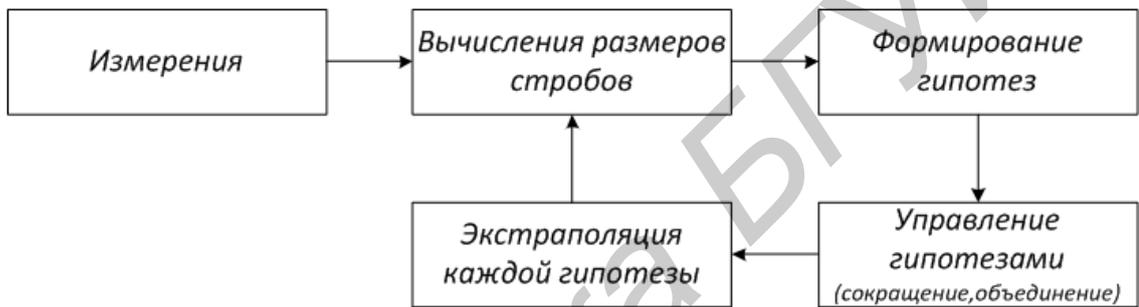


Рис. 2 – Схема многогипотезного алгоритма

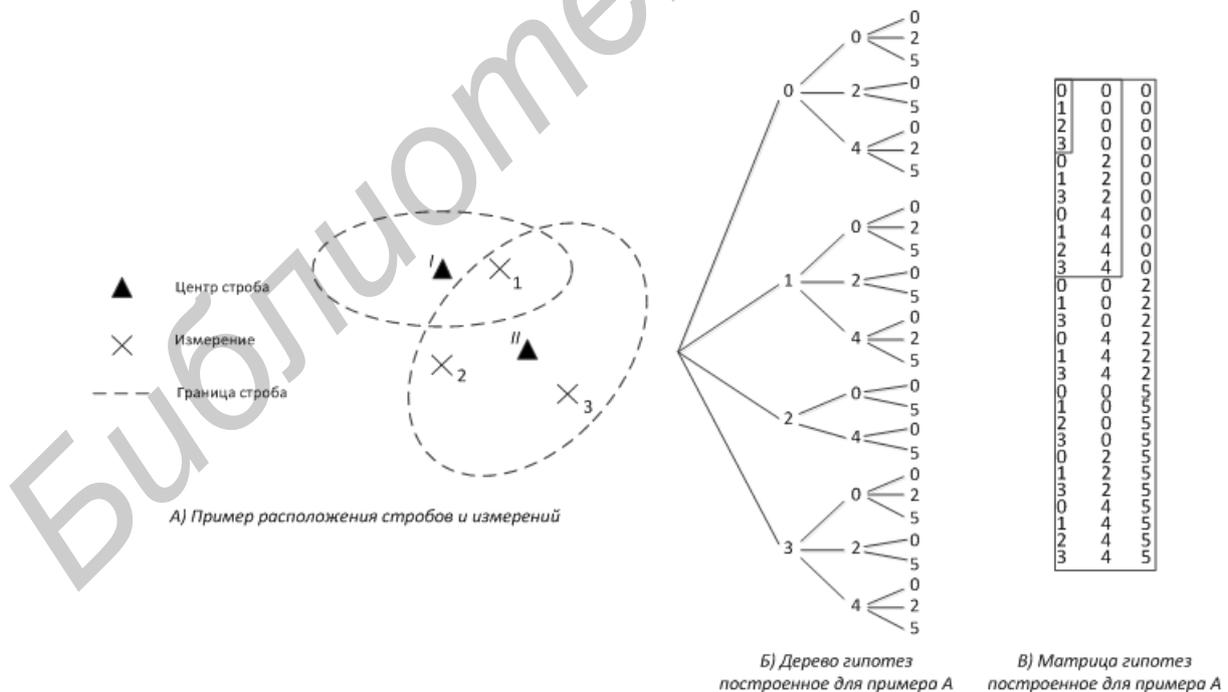


Рис. 3 – Пример формирования гипотез