



*Концептуальная схема системы выбора оптимального алгоритма планирования*

### **Концепция системы выбора оптимального алгоритма**

Проведенный анализ известных приемов формирования критериев эффективности выявил многообразие возможных подходов к оптимизации планирования действий интеллектуальных агентов. Однако одним из основных результатов проведенного исследования является вывод об отсутствии универсального критерия оптимальности алгоритма планирования. В связи с этим задача выбора алгоритма планирования сводится к задаче построения гибкой системы определения оптимального алгоритма на основании анализа набора специфических требований, предъявляемых к конкретной прикладной задаче (рис. 3.4). Суть такой системы заключается в динамическом определении оптимального алгоритма решения для каждой конкретной задачи планирования. Фактически, она представляет собой экспертную систему, входные данные которой могут быть разделены на три группы:

1. Условия задачи планирования, состоящие, как правило, из описания начального и целевого состояний.
2. Характеристики предметной области.
3. Критерий оптимальности алгоритма планирования для данной задачи.

Системой выбирается наилучший алгоритм планирования для данной задачи в смысле заданного критерия оптимальности. Оптимальный алгоритм находится в пределах заранее определенного класса алгоритмов на основании входных данных и информации, находящейся в базе знаний системы.

## Критерий отбора доступной информации

Информация, доступная в рамках рассматриваемой модели перед решением задачи планирования, может быть разделена на две группы:

1. Характеристики среды функционирования агента  $I_E$ .
2. Параметры задачи планирования  $I_{II}$ .

При рассмотрении обобщенного информационного множества  $I_A = I_E \cup I_{II}$  с точки зрения задачи выбора оптимального алгоритма возникают следующие вопросы:

1. Оценка влияния отдельных элементов  $I_A$  на показатели качества алгоритма.
2. Возможность использования некоторого подмножества  $I_A^* \subset I_A$  для априорного определения оптимального алгоритма.
3. Критерий выбора подмножества  $I_A^*$  (при условии его существования).

Для ответа на поставленные вопросы предлагается использовать подход, основанный на оценке влияния имеющейся информации на эффективность алгоритма с позиции статистической проверки гипотез. Для заданного показателя  $v$  эффективности алгоритма и каждого показателя  $z \in I_A$  требуется проверить гипотезу  $H_0$ : случайные величины  $\xi_v$  и  $z$  независимы против альтернативы  $H_1$ :  $H_0$  не верна. Если на основании статистического критерия гипотеза  $H_0$  отклоняется, то  $z$  включается в множество  $I^*$ . Для оценки адекватности выбора  $I_A$  на основании предложенного критерия необходимо провести сравнение результатов решения задачи выбора оптимального алгоритма с раздельным использованием множеств  $I_A$  и  $I_A^*$ .

Наиболее распространенным статистическим критерием, используемым для проверки гипотезы о независимости совместно наблюдаемых случайных величин на основе экспериментально полученных выборок, является критерий независимости хи-квадрат, связанный с построением таблицы сопряженности признаков:

$$\varepsilon_{z,v} = P(\chi_{(n-1)(m-1)}^2 \geq \rho_{z,v}), \quad (1)$$

$$\rho_{z,v} = n \left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{\eta_{i,j}^2}{\eta_{i,\cdot} \eta_{\cdot,j}} - 1 \right),$$

где  $\rho_{z,v}$  – значение статистики хи-квадрат, вычисляемое с помощью эмпирических частот  $\eta_{i,j}$ ,  $\eta_{i,\cdot}$  и  $\eta_{\cdot,j}$ , а  $m$  и  $n$  – количества интервалов разбиений по  $z$  и  $v$  соответственно.

Таким образом, для фиксированного  $\nu$  и заданного уровня значимости  $0 < \alpha < 1$  в качестве множества  $I_A^*$  может быть использовано множество  $I_V^*$ , определяемое в соответствии со следующим правилом:

$$I_V^* = \{z \in I_A: \varepsilon_{z,\nu} < \alpha\}. \quad (2)$$

Выделенные в предыдущей главе показатели позволяют сформировать множества  $I_E$  и  $I_{II}$  следующим образом:  $I_E = \{N_{op}, N_c, N_{pre}, N_{add}, N_{deb}, n_+, n_-, H_+, H_-, h_+, h_-\}$  и  $I_{II} = \{N_g\}$ . В табл. 4.1 представлены пороговые значения  $\varepsilon_{z,\nu}$  (усредненные по пространству алгоритмов  $\Omega$ ) для каждого  $z \in I_A$  при  $\nu = \nu_T$ , полученные в соответствии с (4.1) при различном количестве интервалов разбиений по  $z$  и  $\nu$ .

Таблица 1

Значения  $\varepsilon_{z,\nu}$  для проверки гипотезы о независимости характеристик среды/задачи планирования и показателей эффективности

$m \times n$	4x4	6x6	8x8	10x10	Среднее
$z$					
$N_{op}$	0.760258	0.824000	0.815223	0.808100	0.801895
$N_{pre}$	0.535418	0.627935	0.826786	0.995571	0.746427
$N_c$	0.893463	0.766051	0.993789	0.884025	0.884332
$N_{add}$	0.569658	0.580158	0.761449	0.846754	0.689505
$N_{del}$	0.676744	0.708288	0.824942	0.701268	0.727811
$n_+$	0.661404	0.530194	0.611172	0.750947	0.638429
$n_-$	0.802594	0.664192	0.856104	0.758671	0.770390
$H_+$	0.667174	0.683628	0.761479	0.892179	0.751115
$H_-$	0.830277	0.970451	0.999993	0.999997	0.950179
$h_+$	0.424103	0.515976	0.632593	0.607729	0.545100
$h_-$	0.805540	0.523800	0.652462	0.845662	0.706866
$N_g$	0.534625	0.565111	0.721379	0.993233	0.703587

Например, при уровне значимости  $\alpha = 0.75$  в соответствии с (2) имеем:  $I_V^* = \{N_{pre}, N_{add}, N_{deb}, n_+, h_+, h_-, N_g\}$ , что сокращает размер информационного множества почти в два раза. При этом наибольшее значение среди элементов  $I_A$  приобретают усредненные показатели, характеризующие различные соотношения между операторами и условиями предметной области, в то время как зависимость от непосредственного размера предметной области (определяемого количеством доступных действий (операторов)  $N_{op}$  и количеством условий  $N_c$ , используемых для

описания среды) проявляется гораздо слабее. Следует также обратить особое внимание на введенную в предыдущей главе и не отраженную до сих пор ни в одной из известных работ характеристику плотности высокочастотных условий  $h$ , которая, как показывают представленные данные, оказывает существенное влияние на значения показателей эффективности алгоритмов планирования.

Для экспериментальной проверки применимости предложенного подхода к построению  $I_A^*$  следует провести сравнение результатов оценки эффективности алгоритмов планирования и качества выбора оптимального алгоритма, произведенных на основании множеств  $I_A$  и  $I_A^*$ .