

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ АЛГОРИТМ А

Далаева М.С.

Научный руководитель — к.т.н., доцент Перфильев Д.А.
Сибирский федеральный университет

Одним из распространенных способов решения сложных задач является построение плана, как упорядоченного набора простых действий соответствующей решающей системы. Вопросы планирования решения сложных задач занимают в теории искусственных интеллектуальных систем одно из ведущих мест.

Поиск, как комплекс действий, направленных на достижение цели, должен осуществляться в следующих условиях:

$$\langle S^0, S^t, S^c, F \rangle,$$

где: S^0 – начальная ситуация поиска;

S^t – цель поиска;

S^c – множество текущих ситуаций;

F – множество операторов преобразования ситуаций.

Определим задачи, решаемые методами поиска в пространстве состояний, представленного средствами графа:

1. Задача определения целевого состояния S^t ;
2. Определение кратчайшего расстояния до заданного состояния;
3. Выделение оптимального пути, как цепочки вида: $L = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$.

Эвристические методы поиска на основе оценочной функции ориентированы на решение задачи выделения оптимального пути. Одним из представителей класса эвристических методов поиска является алгоритм A^* .

В алгоритме A^* предварительно до начала поиска задается оценочная функция вида:

$$f(x) = g(x) + h(x),$$

где: $g(x)$ – расстояние от начального до текущего состояния, $h(x)$ – оценка, представляющая отличие свойств текущего и требуемого состояния.

В процессе поиска из множества текущих состояний S^c выбираются состояния, для которых оценка $f(x)_{min}$.

Классической задачей для анализа работы методов поиска при решении задач в пространстве состояний является игра «в восемь», которая заключается в нахождении минимального числа перестановок при переходе из исходного состояния в конечное (целевое). В качестве состояний в игре «в восемь» используются различные варианты расположения неповторяющихся цифр от 1 до 8 в матрице 3×3 .

При применении алгоритма A^* в задаче «в восемь» возможна ситуация, в которой некоторое подмножество состояний фронта будет иметь тождественные оценки $f(x)_{min}$. В этом случае осуществляется раскрытие всех состояний текущего фронта, имеющих минимальную оценку, т.е. выполняется переход к круговому обзору. Это обычно приводит к существенному увеличению ресурсных затрат в связи с экспоненциальным ростом фронта.

В результате, искомый путь может включать в себя неопределенные, альтернативные участки вида:

$$L_i = \{f_1, f_2, \dots, F_{i-1}, F_i, F_{i+1}, \dots, f_n\},$$

где $\forall |F_i| > 1$.

Для преодоления таких участков (рисунок 1) необходимо обеспечить механизм возврата (бэктрекинг). В алгоритм должна быть включена процедура записи в память всех оценок раскрытых состояний, причем все эти оценки должны быть ранжированы от минимального значения к максимальному, а ранее раскрытые состояния должны быть помечены.

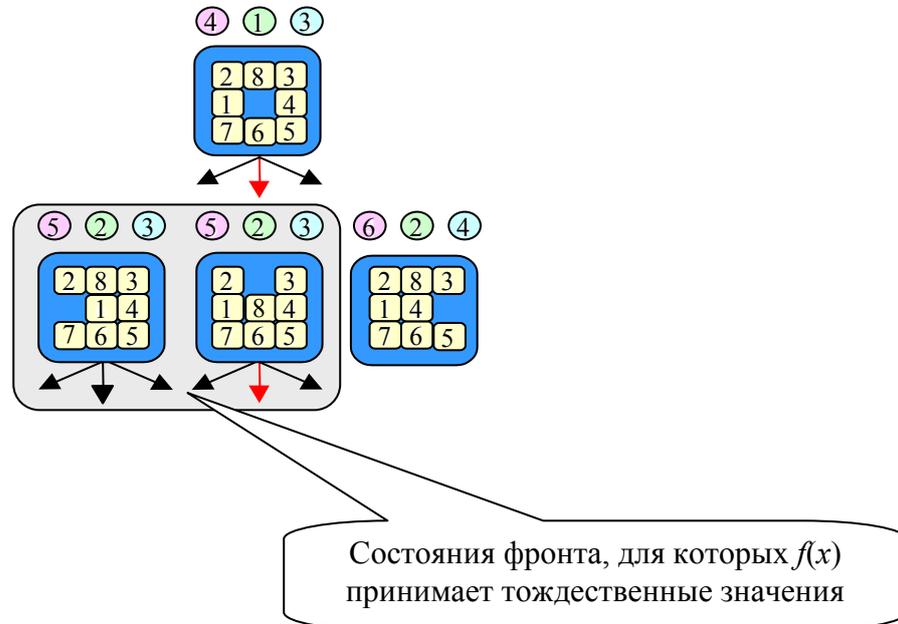


Рисунок 1 – Фрагмент схемы поиска игры «в восемь»

Помимо механизма возврата в оценочную функцию $f(x)$ необходимо ввести дополнительные оценки, определяющие, например, минимальное количество шагов до требуемого положения для каждой цифры и соседство не на месте расположенной цифры с «пустым» местом. Более полная оценка состояний фронта также позволит избежать перехода к круговому обзору в случае, когда некоторое подмножество состояний фронта будет иметь тождественные оценки $f(x)_{min}$.

Таким образом, оценочная функция должна принять альтернативный вид:

$$f(x) = S(x) + h(x) + \sum g_i - k_i,$$

где: $S(x)$ – индекс фронта;

$h(x)$ – количество «не на месте» расположенных цифр текущих состояний относительно требуемого состояния;

$\sum g_i$ – сумма оценок, определяющих минимальное количество шагов до требуемого положения для каждой цифры;

k_i – соседство не на месте расположенной цифры с «пустым» местом (либо «0», либо «1»).

В результате алгоритм поиска примет следующий вид:

1. Раскрыть очередное состояние: $s_{i-1} \oplus F_j = S_i$.
2. Если $\exists s_i \in S_i, \equiv s^t$, то задача решена, иначе п.3.
3. Для всех $s_i \in S_i$ определить значение оценки $f(x)$ и записать в память M , перейти к п. 4.

В памяти M хранятся оценки $f(x)$ всех ранее раскрытых состояний в ранжированном виде. При записи новых состояний в M их оценки ранжируются вместе с ранее раскрытыми состояниями. Причем ранее раскрытые состояния должны быть помечены.

4. Выбрать из M любое состояние s_i , которое ранее не раскрывалось, для которого оценка $f(x)_{min}$, если таких нет, то выбрать любое состояние, для которого $f(x)_{min}$.

5. Оператор f_i , образовавший очередное состояние, записать в цепочку $L_i = \{f_1, \dots, f_{i-1}, f_i, \dots\}$, далее перейти к п. 1 для состояния s_i .

Схема поиска с помощью модифицированного алгоритма A^* на примере игры «в восемь» представлена на рисунке 2.

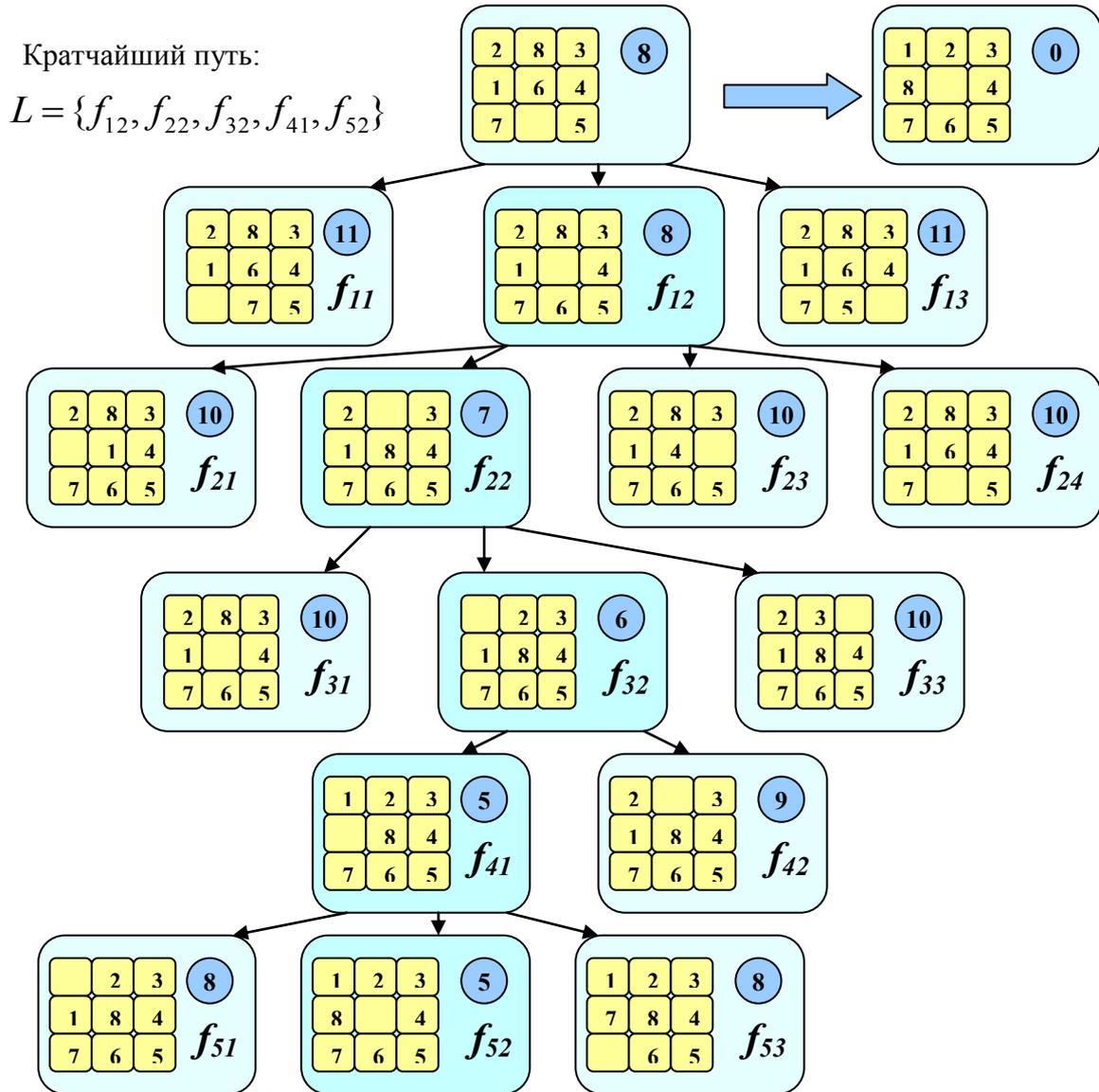


Рисунок 2 – Схема поиска игры «в восемь»

Применение модифицированного алгоритма A^* позволит избежать локальных неудач при выделении кратчайшего пути на графе. Это достигается путем привлечения апостериорной информации и введением в оценочную функцию дополнительных оценок.