

Представление задач в пространстве состояний.

Лекция 2.

Специальность : 230105

Состояния и операторы.

Определение 1. Под состоянием задачи будем понимать некоторая конфигурация исследуемой динамически меняющейся системы. При этом начальную и целевую конфигурации принято рассматривать в качестве, соответственно, начального и целевого состояний.

Определение 2. *Оператор* преобразует одно состояние в другое. В общем случае мы будем предполагать, что операторы – это вычисления, преобразующие одни описания состояний в другие.

При *строковом описании* состояний удобным способом задания операторов являются *правила переписывания* или *продукции*.

Определение 3. *Правила переписывания (продукции)* определяют возможные способы преобразования одной строки в другую. Правила переписывания задаются в форме $S_i \rightarrow S_j$.

Пространство состояний.

Определение 4. Пространство состояний, достижимых из начального состояния, состоит из тех конфигураций системы, которые могут быть образованы из начальной с применением преобразований, допустимых некоторой совокупностью правил. Очень часто пространство состояний представляют в виде графа, вершины которого соответствуют состояниям, а дуги – операторам.

При решении задач с использованием пространства состояний необходимо выбрать форму описания состояний задачи, эта форма должна быть единой для всех возможных состояний. Как правило, выбираемая форма описания имеет сходство с некоторым физическим свойством решаемой задачи и может принадлежать любому допустимому типу данных (массивы, строки, списки, деревья).

Представление операторов системой продукций.

Пример : Игра в 8.

Состояние – конфигурация фишек на игровом поле, описывается массивом 3 на 3.

Начальное состояние :

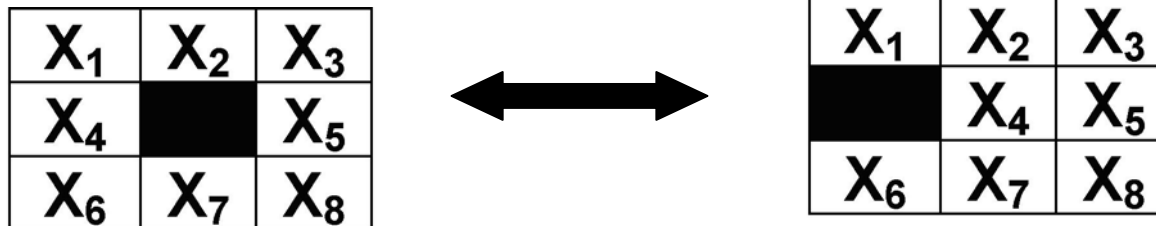
2	8	3
1	6	4
7		5

Конечное состояние :

1	2	3
8		4
7	6	5

Один из способов представления допустимых ходов в этой игре состоит в задании множества правил переписывания над массивами 3 на 3.

Пример правила :



Здесь в каждом из подобных правил переписывания допустимый ход определяется путем подстановки чисел 1,2, ... , 8 на место переменных X_1, X_2, \dots, X_8 по каждую сторону от стрелки (при условии $X_i \neq X_j$).

Выбор оптимального представления задачи.

1). Более предпочтительны представления с малым пространством состояний (из множества альтернатив выбирается вариант с наименьшим числом вершин в графе). Здесь – по аналогии с минимизацией конечного автомата : убираются лишние операторы (аналоги “мертвых” нетерминалов), ряд операторов объединяются в макрооператоры. При невозможности минимизации пространства состояний задача переформулируется. Переформулировка задачи состоит в переопределении ранее введенного в этой задаче понятия состояния.

2) По возможности следует заменять системы констант схемами для описания состояний – выражениями, содержащими переменные. В этом случае подстановка частных значений (констант) вместо этих переменных в указанные выражения дает конкретное описание состояний.

Пример : задача “Обезьяна и бананы”.

Здесь состояние описывается четырехэлементным списком :

$$(w, x, y, z), \quad (1)$$

w - координаты обезьяны в горизонтальной плоскости (двумерный вектор);

x – координата обезьяны по вертикали (1 – обезьяна на ящике, 0 - нет);

y – координаты ящика в горизонтальной плоскости (двумерный вектор);

z – флаг достижения цели (1 – обезьяна достала бананы, 0 - нет).

В целях уменьшения количества необходимых для решения задачи состояний введем операторы для возможных действий обезьяны :

подойти(u) – обезьяна идет к точке u в плоскости пола комнаты (u - переменная),

передвинуть(v) – обезьяна передвигает ящик в точку v пола комнаты (v - переменная),

взобраться – обезьяна забирается на ящик,

схватить – обезьяна хватает бананы.

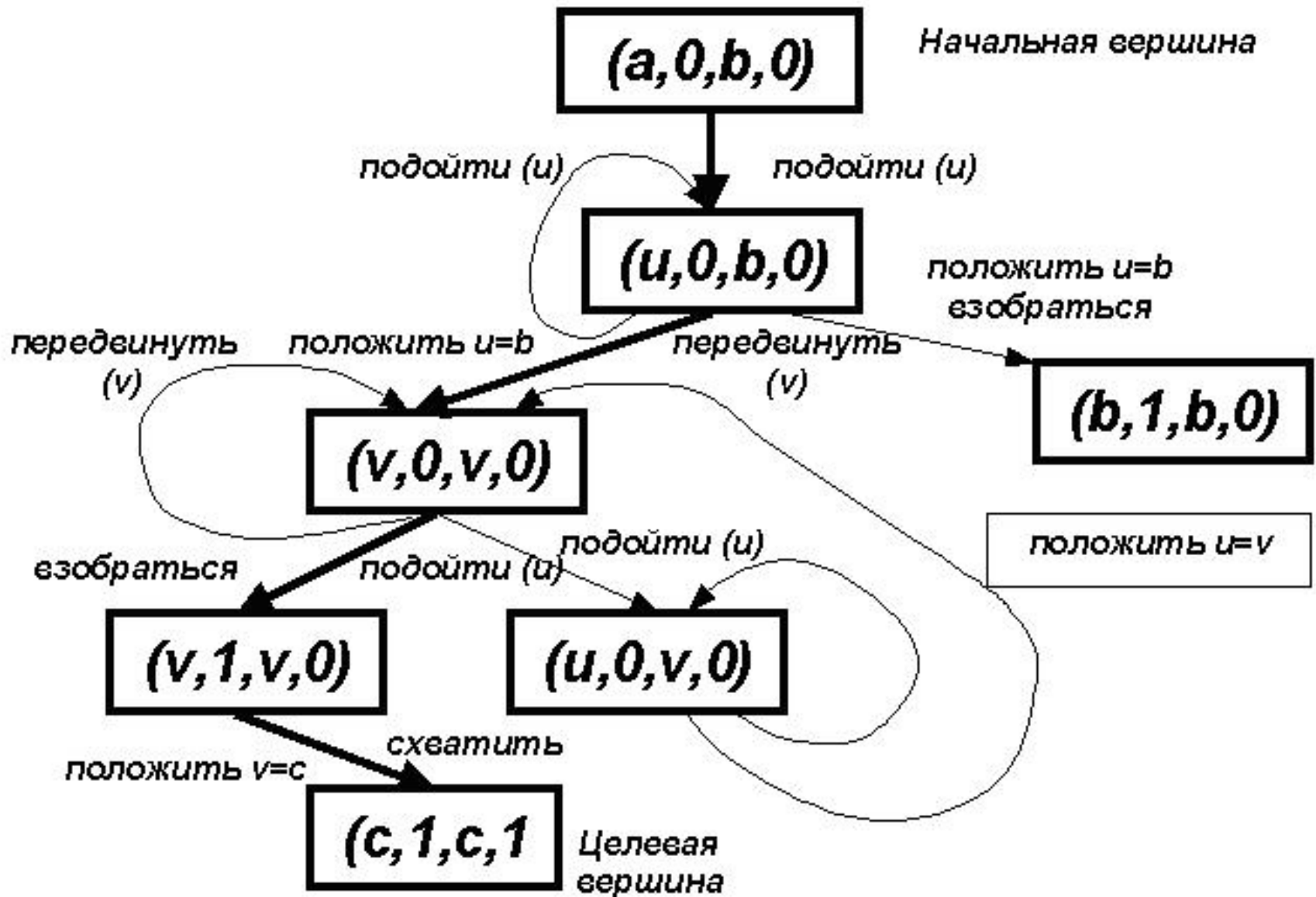
Правила переписывания для задачи об обезьяне и бананах.

$$\begin{aligned} (w, 0, y, 0) &\xrightarrow{\text{подойти}(u)} (u, 0, y, 0), \\ (w, 0, w, 0) &\xrightarrow{\text{передвинуть}(v)} (v, 0, v, 0), \\ (w, 0, w, 0) &\xrightarrow{\text{взобраться}} (w, 1, w, 0), \\ (c, 1, c, 0) &\xrightarrow{\text{схватить}} (c, 1, c, 1), \end{aligned}$$

где c – координаты точки пола, расположенной непосредственно под бананами (двумерный вектор).

Сокращение пространства состояний достигается за счет накладываемых семантикой операторов ограничений на значения переменных.

Граф состояний для задачи об обезьяне и бананах.



Выводы.

При формулировке задачи в пространстве состояний решение получается в результате применения операторов к описаниям состояний до тех пор, пока будет получено выражение, описывающее целевое состояние.

Исследование различных стратегий перебора может быть весьма эффективно реализовано с применением языка теории графов.

Литература.

Нильсон Н. Искусственный интеллект : Пер. с англ. - М.: Мир, 1973. С. 26-51.

Ин Ц., Соломон Д. Использование Турбо-Пролога : пер. с англ. – М.:Мир, 1993. С. 511-521.